


## ZOOM LENS AND IMAGE PICKUP UNIT

Patent number: JP2001305426  
 Publication date: 2001-10-31  
 Inventor: NANJO YUSUKE  
 Applicant: SONY CORP  
 Classification:  
 - international: G02B15/10; G02B13/18; G02B15/16; H04N5/225  
 - european:  
 Application number: JP20000120649 20000421  
 Priority number(s):

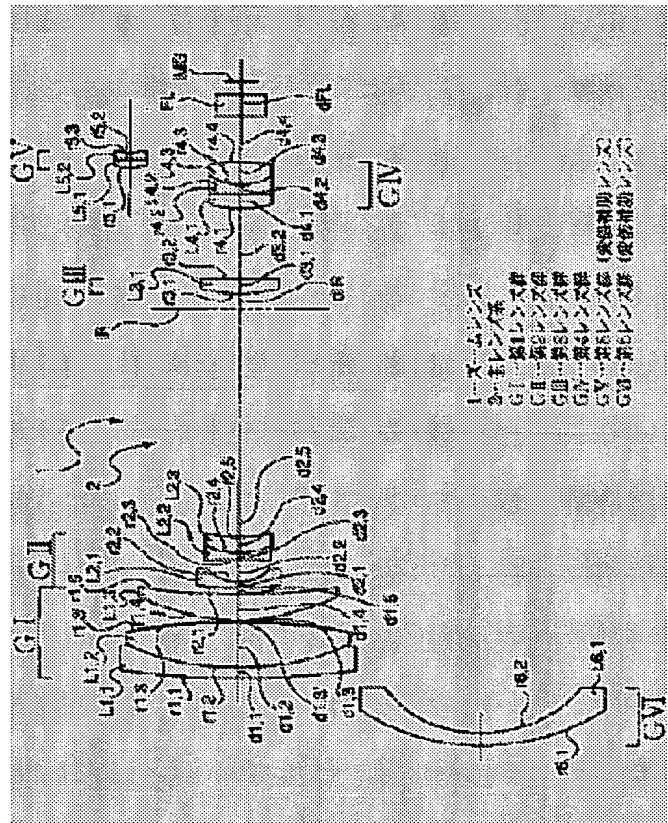
Also published as:

 JP2001305426 (A)

## Abstract of JP2001305426

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a small-sized portable zoom lens capable of covering an extremely wide variable power area by switching a wide angle state, a standard state and a telephoto state by a focal distance extent changeover switch, etc., besides, which can be manufactured at a low cost, and to provide an image pickup device using the zoom lens.

**SOLUTION:** The zoom lens is constituted of a master lens system, a 5th lens group and a 6th lens group, the master lens system is constituted of a 1st lens group, a 2nd lens group, a 3rd lens group and a 4th lens group, the 5th lens group whose refractive power is negative is functioned as an auxiliary lens, is made to retreat outside the optical path in the standard state, and is inserted on the image side of the 4th lens group when in use so as to shift the focal distance extent of the master lens system to the telephoto side and so as to make the telephoto state, and the 6th lens group whose refractive power is negative as an auxiliary lens, is made to retreat outside the optical path in the standard state, and is inserted on the object side of the 1st lens group at the wide angle end in the standard state when in use so as to shift to a wide angle state shorter than the wide angle end in the standard state.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-305426

(P2001-305426A)

(43)公開日 平成13年10月31日 (2001. 10. 31)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマート\*(参考)

G 0 2 B 15/10

G 0 2 B 15/10

2 H 0 8 7

13/18

13/18

5 C 0 2 2

15/16

15/16

H 0 4 N 5/225

H 0 4 N 5/225

D

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 27 頁)

(21)出願番号 特願2000-120649(P2000-120649)

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号

(22)出願日 平成12年 4 月21日 (2000. 4. 21)

(72)発明者 南條 雄介

東京都品川区北品川 6 丁目 7 番35号 ソニ

ー株式会社内

(74)代理人 100069051

弁理士 小松 祐治

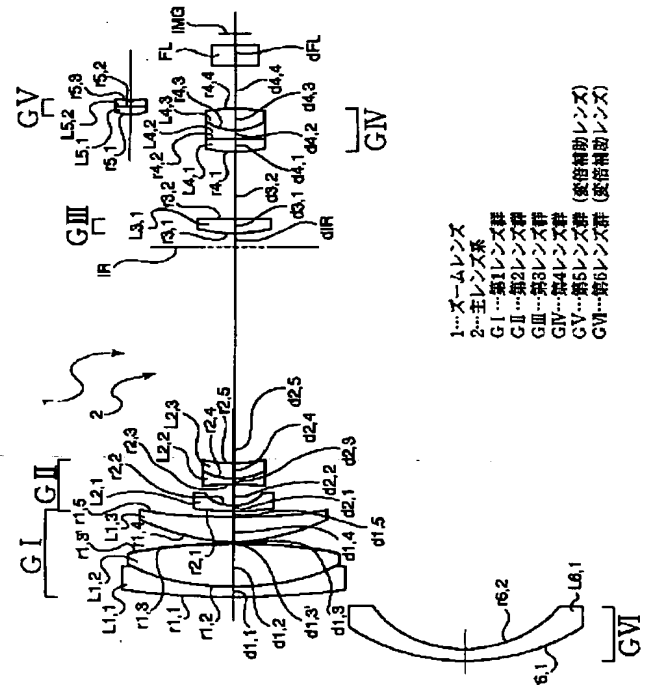
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 ズームレンズ及び撮像装置

(57)【要約】 (修正有)

【課題】焦点距離範囲切り替えスイッチ等で、広角状態、標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供する。

【解決手段】ズームレンズを、第1レンズ群、第2レンズ群、第3レンズ群、第4レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする補助レンズとして機能する第5レンズ群と、負の屈折力を有し、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には標準状態の広角端において第1レンズ群の物体側に挿入されて標準状態の広角端よりも短い広角状態に移行させる補助レンズとして機能する第6レンズ群とから構成した。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第 1 レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第 2 レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第 3 レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第 4 レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第 4 レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第 5 レンズ群とによって構成されるズームレンズであって、

上記第 5 レンズ群は物体側より順に、凸レンズと凹レンズとの接合レンズ又は凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成り、

以下の各条件を満足するようにされていることを特徴とするズームレンズ。

$$0.4 < |f_5/f_3| < 0.7$$

$$1.25 < \beta_5 < 2.1$$

$$0.1 < n_{5n} - n_{5p}$$

$$1.0 < \nu_{5n} - \nu_{5p}$$

$$0.2 < |r_{5,3}/f_5| < 0.6$$

但し、

$f_3$  : 第 3 レンズ群の焦点距離、

$f_5$  : 第 5 レンズ群の焦点距離、

$\beta_5$  : 第 5 レンズ群の横倍率、

$n_{5n}$  : 第 5 レンズ群の凹レンズの d 線における屈折率、

$n_{5p}$  : 第 5 レンズ群の凸レンズの d 線における屈折率、

$\nu_{5n}$  : 第 5 レンズ群の凹レンズの d 線におけるアッベ数、

$\nu_{5p}$  : 第 5 レンズ群の凸レンズの d 線におけるアッベ数、

$r_{5,3}$  : 第 5 レンズ群の物体側から数えて 3 番目の面の曲率半径とする。

【請求項 2】 第 1 レンズ群は物体側より順に、凹メニスカスレンズと凸メニスカスレンズとの接合レンズ及び凸メニスカスレンズとによって構成され、以下の各条件を満足するようにされていることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

$$0.008 < \Delta P_{1,2}$$

$$1.67 < n_{1,3}$$

但し、

$\Delta P_{1,2}$  : 第 1 レンズ群の物体側から数えて 2 番目のレンズの異常分散性を示す値、

$n_{1,3}$  : 第 1 レンズ群の物体側から数えて 3 番目のレンズの d 線における屈折率

とする。

【請求項 3】 望遠状態での主レンズ系の広角端における F ナンバーは、第 5 レンズ群の有効径によって決定さ

(2)

れることを特徴とする請求項 1 に記載のズームレンズ。

【請求項 4】 物体側より順に、位置が常時固定の第 1 レンズ群と、光軸上を移動することにより主に変倍を行う第 2 レンズ群と、位置が常時固定の第 3 レンズ群と、光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第 4 レンズ群より成る主レンズ系と、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第 4 レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能するものである第 5 レンズ群とによって構成されると共に、15 倍以上の変倍比を有するズームレンズであって、

上記第 1 レンズ群が、正の屈折力を有し物体側より順に凹メニスカスレンズと凸レンズとの接合レンズ及び凸メニスカスレンズより成り、以下の各条件を満足するようにされていることを特徴とするズームレンズ。

$$1.65 < fT/f1 < 2.7$$

$$0.035 < \Delta P_{1,2}$$

$$-0.003 < \Delta P_{1,3} < 0.003$$

$fT$  : 標準状態及び望遠状態における主レンズ系の望遠端での焦点距離、

$f1$  : 第 1 レンズ群の焦点距離、

$\Delta P_{1,2}$  : 第 1 レンズ群の物体側から数えて 2 番目のレンズの異常分散性を示す値、

$\Delta P_{1,3}$  : 第 1 レンズ群の物体側から数えて 3 番目のレンズの異常分散性を示す値とする。

【請求項 5】 第 1 レンズ群の凸レンズの接合面ではない面に、表面が球面形状又は非球面形状となるように薄い樹脂層を形成したことを特徴とする請求項 4 に記載のズームレンズ。

【請求項 6】 物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第 1 レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第 2 レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第 3 レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第 4 レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第 4 レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第 5 レンズ群とによって構成されるズームレンズであって、

上記第 1 レンズ群の物体側に、標準状態では光路外に退避した状態とされる変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第 6 レンズ群を配置し、

上記第 5 レンズ群が光路外に退避した状態の時には、第 6 レンズ群を光軸が一致するように挿入すると共に第 2 レンズ群を広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い

広角状態に変移させるようにしたことを特徴とするズームレンズ。

【請求項7】 第6レンズ群を凹単レンズによって構成し、

以下の各条件を満足するようにされていることを特徴とする請求項6に記載のズームレンズ。

$$1.6 < |f_6/f_W| < 2.5$$

$$0.25 < |r_{6,2}/f_6| < 0.45$$

$$4.6 < \nu_6$$

但し、

$f_6$ ：第6レンズ群の焦点距離、

$f_W$ ：標準状態における主レンズ系の広角端での焦点距離、

$r_{6,2}$ ：第6レンズ群の物体側から数えて2番目の面の曲率半径、

$\nu_6$ ：第6レンズ群を構成する凹単レンズのアッベ数とする。

【請求項8】 物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、それぞれ変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第5レンズ群及び負の屈折力を有する第6レンズ群とによって構成されるズームレンズを撮像レンズに使用した撮像装置であって、

上記第5レンズ群は、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態に変移させる機能を有し、

上記第6レンズ群は、標準状態では光路外に退避した状態とされ、第5レンズ群が光路外に退避した状態の時には、第1レンズ群の物体側に光軸が一致するように挿入されると共に第2レンズ群を広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させる機能を有することを特徴とする撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】 本発明は、主として民生用のビデオカメラに用いられる変倍比の高いレンズ系を、主レンズ系、広角補助レンズ及び望遠補助レンズとを組み合わせて実現したズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来の撮像装置、例えば、民生用のビデオカメラに用いられるズームレンズにおいては、焦点距離範囲を変更する手段として、物体側にアフォーカル系で角倍率が1未満の広角コンバージョンレンズや角倍率

が1より大きい望遠コンバージョンレンズを装着する方法が一般的である。この方法では、ズームレンズのFナンバーは変化しない。

【0003】 また、上記ズームレンズの物体側に負の屈折力を有するレンズ系を装着して、この負の屈折力を有するレンズ系を通して見える被写体の像に広角端でフォーカスを合わせて広角レンズに変更する方法もあり、上記レンズ系を内蔵したビデオカメラもある。

【0004】 交換レンズ式の所謂一眼レフカメラやビデオカメラにおいては、撮像レンズとカメラ本体との間に負レンズ系を挟み込むようにして装着し、撮像レンズの焦点距離を望遠側に変換する望遠コンバーターと称されるものもある。このような手段では、レンズ全系のFナンバーは、望遠コンバーターの倍率を掛けた分だけ暗くなる。

【0005】 主として、業務用のビデオカメラにおいては、物体側から順に、フォーカスレンズ、変倍レンズ、ピント補正レンズ、結像レンズの順で配置すると共に結像レンズ系に長い空気間隙を設け、通常は光路外に退避しているレンズ系を上記空気間隙に挿入することによって、カメラ本体からレンズを着脱せず、全長も替えずに焦点距離を望遠側に変換する、所謂内蔵エクステンダーも用いられている。

【0006】 しかしながら、これら従来のズームレンズの焦点可能範囲を変換する手段では、以下に示すような問題があった。

【0007】 即ち、ズームレンズの物体側に装着する着脱自在のアフォーカル系コンバージョンレンズは、大きく重く、しかも、外したときに用いる携帯用のケース等が別途必要なので不便である。望遠コンバージョンレンズと広角コンバージョンレンズの双方を携帯しようとする、使用者の負担は、例えば、ビデオカメラ本体をもう一台持ち歩くのと同じくらいになってしまう。

【0008】 また、撮像レンズとカメラ本体との間に挟んで装着する望遠コンバーターは、アフォーカル系望遠コンバージョンレンズよりも小型化することができるが、一旦、撮像レンズを外してカメラ本体に装着し、再び、撮像レンズを装着し直す必要がある、上記アフォーカル系のコンバージョンレンズよりも、着脱性は不便であり、外したときの携帯性も同様に良くはなかった。

【0009】 業務用のビデオカメラに主として用いられている内蔵エクステンダーは、着脱する必要もないので、携帯性に関しては特に問題はなかったが、固定の結像レンズ群にエクステンダー光学系を組み込むという構成のため、エクステンダー光学系を挿入できる空間が撮像レンズ内に必要となり、撮像レンズの全長が長くなってしまったといった撮像レンズの大型化が避けられなかった。そして、民生用のズームレンズにおいては、最も物体側のレンズ群の位置を固定にして、像面に近いレンズ

群でズーム時の焦点位置の補正とフォーカシングを行うのが一般的であるので、このズーム方式と内臓エクステンダーの機能とを両立させたものは無かった。

【0010】また、本出願人による特開平11-84239号公報においては、ズームレンズ単体で変倍比50倍が得られるレンズ構成が開示されているが、この5群構成のズームレンズでは、前玉径をあまり大きくしないで望遠側の焦点距離を延ばすことが可能であるが、広角側の画角を広げると前玉径が大きくなって実用的でなくなる。

【0011】上記5群構成のズームレンズは、前玉径を比較的小さくできるものであるが、全長が長くなってしまいうという欠点があった。また、望遠端で極端に暗くなってしまうことが原因で、望遠端での球面収差を補正するために第1レンズ群に非球面を配置しなければならないが、非球面の加工費が高く、全体のレンズ枚数が多いので、製造コストが高いという問題があった。

【0012】更に、民生用のビデオカメラにおいては、録画中のズーム効果は連続して50倍以上の変倍が必要なのは少ない。即ち、この連続高変倍の機能よりも、広角側の画角が広く、小型で携帯性が良く、製造コストが安いことが優先される傾向があり、超望遠効果は必要ときに手軽に実現できれば十分である。

【0013】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、上記問題点に鑑み、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で、広角状態、標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズ及び該ズームレンズを使用した撮像装置を提供することを課題とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群とによって構成し、第5レンズ群は物体側より順に凸レンズと凹レンズとの接合レンズ又は凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成り、 $f_3$ を第3レンズ群の焦点距離、 $f_5$ を第5レンズ群の焦点距離、 $\beta_5$ を第5レンズ群の横倍率、 $n_{5n}$ を第5レンズ群の凹レンズのd線における屈折率、 $n_{5p}$ を第5レンズ群の凸レンズのd線における屈折率、 $\nu_{5n}$ を第5レンズ群の凹レンズのd線におけるアッペ数、 $\nu_{5p}$ を第5

レンズ群の凸レンズのd線におけるアッペ数、 $r_{5,3}$ を第5レンズ群の物体側から数えて3番目の面の曲率半径とすると、 $0.4 < |f_5/f_3| < 0.7$ 、 $1.25 < \beta_5 < 2.1$ 、 $0.1 < n_{5n} - n_{5p}$ 、 $1.0 < \nu_{5n} - \nu_{5p}$ 、 $0.2 < |r_{5,3}/f_5| < 0.6$ の各条件を満足するようにしたものである。

【0015】本発明ズームレンズの第2のものは、物体側より順に、位置が常時固定の第1レンズ群と、光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、位置が常時固定の第3レンズ群と、光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能するものである第5レンズ群とによって構成されると共に15倍以上の変倍比を有し、第1レンズ群が正の屈折力を有し物体側より順に凹メニスカスレンズと凸レンズとの接合レンズ及び凸メニスカスレンズより成り、 $f_T$ を標準状態及び望遠状態における主レンズ系の望遠端での焦点距離、 $f_1$ を第1レンズ群の焦点距離、 $\Delta P_{1,2}$ を第1レンズ群の物体側から数えて2番目のレンズの異常分散性を示す値、 $\Delta P_{1,3}$ を第1レンズ群の物体側から数えて3番目のレンズの異常分散性を示す値とすると、 $1.65 < f_T/f_1 < 2.7$ 、 $0.035 < \Delta P_{1,2}$ 、 $-0.003 < \Delta P_{1,3} < 0.003$ の各条件を満足するようにしたものである。

【0016】本発明ズームレンズの第3のものは、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群とによって構成し、第1レンズ群の物体側に標準状態では光路外に退避した状態とされる変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第6レンズ群を配置し、第5レンズ群が光路外に退避した状態の時には第6レンズ群を光軸が一致するように挿入すると共に第2レンズ群を広角端の位置まで移動することによってレンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させるようにしたものである。

【0017】従って、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で、広角状態、標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズを提供

することが可能になる。

【0018】また、本発明撮像装置は、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、それぞれ変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第5レンズ群及び負の屈折力を有する第6レンズ群とによって構成されるズームレンズを撮像レンズに使用し、第5レンズ群は標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態に変移させる機能を有し、第6レンズ群は標準状態では光路外に退避した状態とされ、第5レンズ群が光路外に退避した状態の時には第1レンズ群の物体側に光軸が一致するように挿入されると共に第2レンズ群を広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させる機能を有するものである。

【0019】従って、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で、広角状態、標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズを使用した撮像装置を提供することが可能になる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下に、本発明ズームレンズの実施の形態について、添付図面を参照して説明する。

【0021】最初に、本発明の共通事項について説明する。

【0022】本発明は、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で主レンズ系の焦点距離を広角状態、標準状態及び望遠状態に切り替えるようにして、極めて広い変倍域をカバーしながら、小型で携帯性が良く、しかも、製造コストが安いズームレンズを提供することを目的としたものである。

【0023】本発明ズームレンズは、図1乃至図3及び図11乃至図13にレンズ構成を示すように、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群GⅠと、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群GⅡと、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群GⅢと、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群GⅣより成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群GⅣの像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群GVとによって構成されるものであ

る。

【0024】尚、第2レンズ群GⅡと第3レンズ群GⅢの間で第3レンズ群GⅢ寄りの位置には絞りIRが配設され、標準状態では第4レンズ群GⅣと像面IMGとの間、望遠状態では第5レンズ群GVと像面IMGとの間には、ローパスフィルター等から成るフィルターFLが配設されている。

【0025】上記第5レンズ群GVは物体側より順に、凸レンズL5,1と凹レンズL5,2との接合レンズ、又は、凹レンズL5,1と凸レンズL5,2との接合レンズから成り、f3を第3レンズ群GⅢの焦点距離、f5を第5レンズ群GVの焦点距離、β5を第5レンズ群GVの横倍率、n5nを第5レンズ群GVの凹レンズのd線における屈折率、n5pを第5レンズ群GVの凸レンズのd線における屈折率、ν5nを第5レンズ群GVの凹レンズのd線におけるアッペ数、ν5pを第5レンズ群GVの凸レンズのd線におけるアッペ数、r5,3を第5レンズ群GVの物体側から数えて3番目の面の曲率半径とすると、

$$0.4 < |f5/f3| < 0.7 \quad (\text{条件式1})、$$

$$1.25 < \beta5 < 2.1 \quad (\text{条件式2})、$$

$$0.1 < n5n - n5p \quad (\text{条件式3})$$

$$10 < \nu5n - \nu5p \quad (\text{条件式4})、$$

$$0.2 < |r5,3/f5| < 0.6 \quad (\text{条件式5})$$

の各条件を満足するようにしたものである。

【0026】また、第1レンズ群GⅠは物体側より順に、凹メニスカスレンズL1,1と凸レンズL1,2との接合レンズ及び凸メニスカスレンズL1,3とによって構成され、ΔP1,2を第1レンズ群の物体側から数えて2番目のレンズ(凸レンズL1,2)の異常分散性を示す値、n1,3を第1レンズ群の物体側から数えて3番目のレンズ(凸メニスカスレンズL1,3)のd線における屈折率とすると、

$$0.008 < \Delta P1,2 \quad (\text{条件式6})、$$

$$1.67 < n1,3 \quad (\text{条件式7})$$

の各条件を満足させることが望ましい。

【0027】上記第1レンズ群の物体側から数えて2番目のレンズ(凸レンズL1,2)の異常分散性を示す値ΔP1,2等、第iレンズ群の物体側から数えてj番目のレンズの異常分散性を示す値ΔPi,jとは、

$$P = (ng - nF) / (nF - nC)$$

と定義して縦軸をP、横軸をアッペ数νとしてグラフに各種ガラスの値をプロットしたときに、試料となる任意の硝種g、即ち、第iレンズ群の物体側から数えてi番目のレンズの値が、硝種C7とF2の各値を通る標準線からの縦方向の偏差である。尚、ng、nF及びnCはそれぞれ、任意の硝種g、硝種C7及び硝種F2の屈折率を示すものである。

【0028】特に、15倍以上の変倍比を有するズームレンズにおいては、第1レンズ群GⅠは正の屈折力を有すると共に、物体側より順に凹メニスカスレンズL1,1と凸レンズL1,2との接合レンズ及び凸メニスカスレンズL

1,3とによって構成され、 $f_T$ を標準状態及び望遠状態における主レンズ系の望遠端での焦点距離、 $f_1$ を第1レンズ群GⅠの焦点距離、 $\Delta P_{1,2}$ を第1レンズ群GⅠの物体側から数えて2番目のレンズ（凸レンズL1,2）の異常分散性を示す値、 $\Delta P_{1,3}$ を第1レンズ群の物体側から数えて3番目のレンズ（凸メニスカスレンズL1,3）の異常分散性を示す値とすると、

$$1.65 < f_T / f_1 < 2.7 \quad (\text{条件式 } 8)、$$

$$0.035 < \Delta P_{1,2} \quad (\text{条件式 } 9)、$$

$$-0.003 < \Delta P_{1,3} < 0.003 \quad (\text{条件式 } 10)$$

の各条件を満足させることが望ましい。

【0029】尚、上記1.5倍以上の変倍比を有するズームレンズにおいて、条件式9を満足するようにした場合には、第1レンズ群GⅠの凸レンズL1,2の接合面ではない面に、表面が球面形状又は非球面形状となるように薄い樹脂層を形成することが望ましい。

【0030】そして、望遠状態での主レンズ系の広角端におけるFナンバーは、第5レンズ群GVの有効径によって決定される。

【0031】即ち、第5レンズ群GVを第4レンズ群GⅣの像側に挿入して焦点距離を拡大することにより、望遠端の色収差だけではなく広角端側でも色収差の補正状況が変わり、良好なバランスが崩れ易い。そこで、広角端のFナンバーは、第5レンズ群GVの有効径を小さく設定することによって光束を制限することにより、絞り径いっぱいには光束を通すよりも暗くして収差補正のバランスを取るようにすることが望ましいからである。尚、望遠端でのFナンバーが第1レンズ群GⅠの有効径によって制限を受けて決まるのは、標準状態の場合と同様である。

【0032】更に、本発明ズームレンズは、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群GⅣの像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群GVを有すると共に、第1レンズ群GⅠの物体側に、標準状態では光路外に退避した状態とされる変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第6レンズ群GⅥを配置し、第5レンズ群GVが光路外に退避した状態の時には、第6レンズ群GⅥを光軸が一致するように挿入すると共に第2レンズ群GⅡを広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させるようにしたものである。

【0033】第6レンズ群GⅥを凹単レンズL6,1によって構成し、 $f_6$ を第6レンズ群GⅥの焦点距離、 $f_W$ を標準状態における主レンズ系の広角端での焦点距離、 $r_{6,2}$ を第6レンズ群GⅥの物体側から数えて2番目の面の曲率半径、 $\nu_6$ を第6レンズ群を構成する凹単レンズL6,1のアップベ数とすると、

$$1.6 < |f_6 / f_W| < 2.5, \quad (\text{条件式 } 11)、$$

$$0.25 < |r_{6,2} / f_6| < 0.45 \quad (\text{条件式 } 12)、$$

$$4.6 < \nu_6 \quad (\text{条件式 } 13)$$

の各条件を満足するようにしたものである。

【0034】以下に、上記条件式1乃至13で定義されている条件について説明する。

【0035】条件式1は、望遠効果を発揮させる第5レンズ群GVの屈折力を規定するものである。

【0036】即ち、 $|f_5 / f_3|$ の値が上限値以上になると、主レンズ系の焦点距離を望遠側にシフトさせる効果が弱くなってしまい、逆に、 $|f_5 / f_3|$ の値が下限値以下になると、ペッツバル和がマイナスで絶対値が大きくなってサジタル像面湾曲の補正が困難になる。

【0037】条件式2は、条件式1と同様に、第5レンズ群GVの望遠効果に関する条件を規定するものである。

【0038】即ち、 $\beta_5$ の値が上限値以上になると、主として第1レンズ群GⅠから発生する軸上色収差が第5レンズ群GVによって拡大されることによって、望遠端での2次スペクトルが悪化して、画質が劣化することが避けられなくなってしまう。逆に、 $\beta_5$ の値が下限値以下になると、主レンズ系の焦点距離を望遠側にシフトさせる効果が弱くなってしまう。

【0039】条件式3は、条件式1及び2で規定された範囲内で第5レンズ群GVによる望遠効果を強く発揮させるための条件を規定するものである。

【0040】即ち、第5レンズ群GVの凹レンズの屈折率を凸レンズの屈折率よりも十分に高くすることによって、ペッツバル和のマイナス方向での悪化を少しでもできるようになり、条件式2において $\beta_5$ の値を上限値側に近づけることを可能にしたものである。

【0041】条件式4は、条件式3と合わせて第5レンズ群GVに適用する硝材の範囲を規定するものであり、凸レンズよりも凹レンズのアップベ数を大きくすることによって、第5レンズ群GVの色消しが成り立ち、第5レンズ群GVの光軸上からの退避による色収差の変動を小さく抑えることができるようになる。

【0042】従って、これら条件式3及び4の条件から、第5レンズ群GVの各レンズに使用する硝材が自ずと決定されるようになる。

【0043】条件式5は、第5レンズ群GVから発生する収差を小さく抑えるための形状を規定するものである。第5レンズ群GVは全体として、像側に強い凹面を向けた接合凸メニスカスレンズの形状になり、凹面の曲率を規定し、条件式1乃至4にそれぞれ規定された各条件と組みあわせることによって、第5レンズ群GVの形状が略決定される。

【0044】即ち、 $r_{5,3} / f_5$ の値が上限値以上になると、メリディオナル像面湾曲がアンダー側になって補正が困難になってしまう。逆に、 $r_{5,3} / f_5$ の値が下限値以

下になると、第5レンズ群GVによってペッツバル和がマイナス側に増大してサジタル像面湾曲の補正が困難になってしまう。

【0045】条件式6は、第5レンズ群GVで焦点距離を拡大したときに問題となる主レンズ系の望遠端での色収差の2次スペクトルに関する条件を規定するものである。

【0046】即ち、第1レンズ群GIの凸レンズの異常分散性を示す値 $\Delta P$ を標準性よりもプラス側に取れば色収差の2次スペクトルが改善できる。しかし、一般的に、 $\Delta P$ がプラスでアッペ数が大きい硝材は、屈折率が低い傾向にあるが、第1レンズ群の凸レンズのうち、屈折率を下げて色収差補正の影響の少ない凸レンズ（第2レンズL1,2）に、例えば、 $\Delta P$ が0.0091である硝材FC5（HOYA株式会社製）を使用すると改善効果がある。

【0047】条件式7は、条件式6により第1レンズ群GIの凸レンズ（第2レンズL1,2）の屈折率が低くなって、主レンズ系の望遠端での球面収差が補正し難くなった分、凸メニスカスレンズ（第3レンズL1,3）の屈折率を高くして単色の収差補正を容易にするための条件を規定したものである。

【0048】即ち、屈折率が高くてアッペ数が大きい硝材は、一般的に、以上分散性を示す値 $\Delta P$ がマイナスで、その絶対値も大きい傾向があつて2次スペクトルの改善には稍不利な条件となるが、製造コストと2次スペクトルの改善とのバランスから条件式7に規定した条件が必要となる。

【0049】条件式8は、2次スペクトルの補正のために、異常分散性を有する硝材を積極的に採用するかどうかを見極めるための条件を規定したものである。

【0050】即ち、 $fT/f1$ の値が下限値以下となると、第1レンズ群GIの凸レンズ（第2レンズL1,2）に用いられる硝材では、少なくとも、条件式6に規定された条件を満足していれば実用的には十分な性能が得られるが、 $fT/f1$ の値が下限値よりも大きくなると必ずしも十分な性能が得られるとは限らない。従つて、条件式9に規定された条件を満足するように硝材を選ぶことで2次スペクトルを格段に改善することができる。また、 $fT/f1$ の値が上限値に近づくに従つて、主レンズ系の望遠端でのFナンバーを暗くして2次スペクトルの悪化を目立たなくすることが望ましいが、 $fT/f1$ の値が上限値を超えると、Fナンバーを暗くしても性能の劣化が顕著になつて実用上問題となることが多くなる。

【0051】条件式9と条件式10に規定された条件及び第1レンズ群GIの凸レンズ（第2レンズL1,2）の表面に樹脂層を形成することは、上記2次スペクトルに関する問題を更に改善すると共に、それに伴うコストの上昇をできるだけ抑えるためのものである。

【0052】即ち、第1レンズ群GIの凸レンズ（第2

レンズL1,2）に、例えば、 $\Delta P$ の値が0.0374の硝材FCD1を使用すると、2次スペクトルが格段に改善される。そして、第1レンズ群GIの凹レンズ（第1レンズL1,1）にはアッペ数の小さい硝材、例えば、FDS90を使用すると、凹レンズ（第1レンズL1,1）と凸レンズ（第2レンズL1,2）とで色収差を補正過剰気味にできるので、凸レンズ（L1,3）は条件式7に規定された条件を保ったまま、アッペ数は多少小さくなくても色収差の補正はでき、 $\Delta P$ が標準線に近い硝材を選択することが可能になる。例えば、 $\Delta P$ が-0.0021のNbFD10、 $\Delta P$ がゼロのNbFD15、 $\Delta P$ が0.0020のBaFD8、 $\Delta P$ が0.0027のBaFD7及び $\Delta P$ が-0.0015のBaFD15等が屈折率が高いため単色の色収差補正に有利で、2次スペクトルにも悪影響が少ないものとして適当である。

【0053】ところで、前記硝材FCD1等の低分散で異常分散性を有する硝材は、一般的に、研磨工程時の傷や超音波洗浄等で顕在化する潜傷が生じやすいため、例えば、硝材BSC7等と同じように研磨作業ができずに時間が掛かる工程を行わなければならないため、コスト高になる。更に、線膨張係数がFC5の1.8倍程度と大きいため、真空蒸着機によるコーティング作業時に、硝材を加熱してコーティングを行った後、真空状態を破ると、空気によって硝材が急冷されて割れてしまうことがあるので、これを防止するため、徐々に冷却することを行わなければならないので時間が掛かり、硝材の加工コストが高くなる要因となっていた。

【0054】第1レンズ群GIの凸レンズ（第2レンズL1,2）の接合面は、研磨傷があつても接着剤で埋まって傷が目立たなくなり、また、コーティングも必要ないので、上記コスト高となる要因を回避することができる。そこで、接合面の場合と同様に、凸レンズ（第2レンズL1,2）の接合面ではない面にも、樹脂の薄い層によって上記研磨工程時の傷や超音波洗浄等で顕在化する潜傷を樹脂で埋めて隠すために、常温で紫外線硬化樹脂等の樹脂層を蒸着するようにして、コスト高の要因となる加熱された硝材を徐々に冷却する行程をなくすことも可能にした。上記樹脂層は、従来、所謂複合非球面の形成時に用いられているものと同じであるが、硝材の加工コストを低減するという目的のため、表面形状は球面及び非球面のどちらでも良い。

【0055】条件式11は、無限遠の被写体の虚像を、第6レンズ群GVIにより第1レンズ群GIからどれくらいの距離に生じさせるかの条件を規定するものである。

【0056】即ち、 $f6/fw$ の値が上限値以上になると、広角状態に切り替えたときの倍率の変化が小さくなって、本発明の目的を達成できなくなる。逆に、 $f6/fw$ の値が下限値以下になると、第6レンズ群GVIによって発生する樽型の歪曲収差と像面のオーバー側への曲がりを補正することが困難になる。また、主レンズ系は、広角



端ではマクロ領域で使用するようになるため、近距離被写体に対する収差の劣化が著しくなるので $f6/fW$ の値が下限値を超えること、即ち、虚像を第1レンズ群GⅠに近づけることは好ましくない。

【0057】条件式12は、第6レンズ群GⅥの面形状を規定するための条件である。

【0058】即ち、 $|r6,2/f6|$ の値が上限値以上になると、樽型の歪曲収差が大きくなって補正が困難になる。逆に、 $|r6,2/f6|$ の値が下限値以下になると、像面のオーバー側への曲がりが大きくなって補正が困難になる。

【0059】条件式13は、第6レンズ群GⅥを単レンズによって構成して、倍率色収差の劣化を実用範囲内に抑えるための条件を規定するものである。

【0060】即ち、アップ数が小さいと、短波長の像が画面内側へにじむ減少が顕著になるからである。これを目立たなくするために、予め、標準状態の広角端における倍率色収差を短波長が画面外側ににじむようにしておくことはある程度可能であるが、第6レンズ群のアップ数が小さ過ぎると標準状態の広角端と広角状態での倍率色収差のバランスを取ることができなくなる。

【0061】次に、上記ズームレンズ1又は1Aを撮像レンズとして使用した撮像装置について説明する。

【0062】本発明撮像装置10は、図21に示すように、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群GⅠと、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群GⅡと、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群GⅢと、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群GⅣより成る主レンズ系2又は2Aと、それぞれ変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第5レンズ群GV及び負の屈折力を有する第6レンズ群GⅥとによって構成されるズームレンズ1又は1Aを撮像レンズとして使用し、第5レンズ群GVは標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群GⅣの像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系2又は2Aの焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態に変移させる機能を有し、第6レンズ群GⅥは標準状態では光路外に退避した状態とされ、第5レンズ群GVが光路外に退避した状態の時には、第1レンズ群GⅠの物体側に光軸が一致するように挿入されると共に第2レンズ群GⅡを広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させる機能を有するものである。

【0063】上記撮像装置10においては、標準状態で、無限遠にフォーカスを合わせたときの第4レンズ群GⅣが最も像側にある位置と望遠状態で挿入する第5レンズ群GVとは光軸方向で重複するため、第5レンズ群GVを挿入するときには、先に第4レンズ群GⅣを物体

側に移動させる必要がある。

【0064】従って、撮像装置10には、第4レンズ群GⅣの現在位置を検出する位置検出手段11と駆動手段12とが設けられており、更に、望遠補助レンズである第5レンズ群GVが光軸上に挿入されたことと及び光軸外に退避したことを検出する位置検出手段13と駆動手段14も設けられている。また、上記双方の位置検出手段11、13及び駆動手段12、14とを制御する制御回路15及び焦点距離範囲切り替えスイッチ16も有する。

【0065】標準状態から望遠状態に移行するときには、上記焦点距離範囲切り替えスイッチ16の指示に従い、制御回路15が駆動手段12及び14に指示を出して、先ず、第4レンズ群GⅣを物体側に移動させて、第5レンズ群GVを挿入できる空間を確保してから、該空間に第5レンズ群GVを挿入して主レンズ系2及び2Aと光軸を一致させ、第4レンズ群GⅣを適宜移動させてフォーカス調整を行うように動作を制御する。

【0066】また、望遠状態から標準状態に移行するときには、上記とは逆に、制御回路15が駆動手段12及び14に指示を出して、先ず、第5レンズ群GVを光路外に退避させて第4レンズ群GⅣが後退（像側に移動）することができる空間を確保してから、第4レンズ群GⅣを後退させてフォーカシングを行えるようにそれぞれの動作を制御する。

【0067】また、上記制御回路15は、主として変倍を行う第2レンズ群GⅡとフォーカシングを行う第4レンズ群GⅣとの相対位置関係を、複数の物体距離に対して予め算出して記憶手段17に記録しておいたデータを用い、任意の距離でズーミング中にピント移動が起きないように演算を行えるように構成されている。尚、記憶手段17に記憶する第2レンズ群GⅡと第4レンズ群GⅣとの相対位置関係のデーターを、標準状態と望遠状態に対応させて別々のデーターとして記録しておき、焦点距離範囲切り替えスイッチ16の操作に対応してこれらのデータを制御回路15で使い分けるようにすることが望ましい。

【0068】但し、制御回路15にデータを供給する記憶手段17に、ズームレンズ1又は1Aの標準状態と望遠状態の各状態に関するデータを記録しておくには、記憶手段17に多くの容量が必要となる。これら標準状態と望遠状態との各データを比較すると、望遠状態でのデータは標準状態でのデータから第4レンズ群GⅣを物体側に平行移動した軌跡に略近似しているため、一方の詳細なデータと、誤差を修正する補正係数だけを記録しておき、他方のデータが必要なときは一方のデータを基に上記補正係数を用いて演算によって算出する用になると、記憶手段17の容量を節約することが可能となる。

【0069】更に、撮像装置10は、動画の手振れ補正機能として、撮像素子の総画素範囲から有効画素範囲を

抜き出してビデオ画面を作る映像信号処理回路18を有する。そして、映像信号処理回路18においては、角速度センサーにより撮像装置10の揺れを検出して、ズームレンズ1又は1Aの焦点距離と角速度センサーのデータとを演算して、撮像素子の総画素範囲の中から有効画素範囲を抜き出す位置を随時移動させるようにして画像の揺れを補正するように構成されていると共に、焦点距離範囲切り替えスイッチ16が標準状態か望遠状態かによって、第2レンズ群GIIの位置に対する焦点距離の値を切り替えて演算し、揺れの補正量を最適化することが望ましい。

【0070】撮像装置10は、前述のように広角補助レンズとして機能する第6レンズ群GVIを有するので、焦点距離範囲切り替えスイッチ16は、標準状態、望遠状態及び広角状態の3つの位置に状態を切り替えられるようになっている。

【0071】そして、焦点距離範囲切り替えスイッチ16を広角状態に切り替えると、第6レンズ群GVIは第1レンズ群GIの物体側の位置に主レンズ系2又は2Aと光軸が一致するように挿入され、第5レンズ群GVが第4レンズ群GIVの像側に挿入されているときには、これを光路外に退避させ、第2レンズ群GIIを広角端での位置に移動して固定し、第4レンズ群GIVを無限遠にフォーカスする位置よりも更に繰り出して、第6レンズ群GVIを通して見える被写体の虚像にフォーカスするように各部の一連の動作を制御するようにすることが望ましい。

【0072】第6レンズ群GVIは、主レンズ系2又は2Aの光路から退避した位置と、主レンズ系2又は2Aと光軸が一致した位置とを、トグルバネ等から成る駆動手段19によって切り替えることができるように構成され、焦点距離範囲切り替えスイッチ16による標準状態と広角状態との切り替え動作に機械的に連動して移動するようになっている。

【0073】また、第6レンズ群GVIの位置情報は、焦点距離範囲切り替えスイッチ16の標準状態と広角状態との切り替え動作におけるスイッチの位置情報のみが制御回路15に伝達され、制御回路15による制御指示によって標準状態、望遠状態及び広角状態の3つの変倍状態を適宜切り替えられるように撮像装置10を構成することが望ましい。

【0074】以下に、本発明ズームレンズを具体化した数値実施例1及び2について説明する。

【0075】尚、以下の説明において、「 $r_{i,j}$ 」は第*i*レンズ群の物体側から数えて*j*番目の面の曲率半径、「 $r_{i,j}'$ 」は上記 $r_{i,j}$ 面に形成された薄い樹脂層表面の曲率半径、「 $d_{i,j}$ 」は第*i*レンズ群の物体側から数えて*j*番目の面と*j*+1番目の面との面間隔、「 $d_{i,j}'$ 」は上記 $r_{i,j}$ 面に形成された薄い樹脂層の層厚、「 $d_{IR}$ 」は

絞りIRと第3レンズ群GIIIの最も物体側の面との空気間隔、「 $d_{FL}$ 」はフィルタFLの面間隔、「 $n_{i,j}$ 」は第*i*レンズ群の物体側から数えて*j*番目のレンズ( $L_{i,j}$ )を構成する材質の*d*線における屈折率、「 $n_{i,j}'$ 」はレンズ $L_{i,j}$ に形成された樹脂層の*d*線における屈折率、「 $n_{FL}$ 」はフィルタFLを構成する材質の*d*線における屈折率、「 $v_{i,j}$ 」はレンズ $L_{i,j}$ を構成する材質のアッペ数、「 $v_{i,j}'$ 」はレンズ $L_{i,j}$ に形成された樹脂層を構成する材質のアッペ数、「 $v_{FL}$ 」はフィルタFLを構成する材質のアッペ数をそれぞれ示すものとする。

【0076】また、非球面形状は、「 $x_{i,j}$ 」を非球面の深さ、「 $H$ 」を光軸からの高さとする、 $x_{i,j} = H^2 / r_{i,j} \{ 1 + \sqrt{1 - H^2 / r_{i,j}^2} \} + \sum A_j H^j$ にて定義されるものとする。

【0077】数値実施例1に係わるズームレンズ1は、図1に示すような構成を有するものである。

【0078】主レンズ系2は、第1レンズ群GIが物体側より順に凹メニスカスレンズL1,1と凸レンズL1,2との接合レンズ及び凸メニスカスレンズL1,3より成り、上記凸レンズL1,2の像側の面 $r_{1,3}$ には球面の樹脂層が形成されており、第2レンズ群GIIが物体側より順に凹レンズL2,1及び凹レンズL2,2と凸レンズL2,3との接合レンズより成り、第3レンズ群GIIIが凸レンズL3,1より成り、第4レンズ群GIVが物体側より順に凸レンズL4,1、凹レンズL4,2、凸レンズL4,3の3枚接合レンズより成るものである。

【0079】また、望遠補助レンズとして使用する第5レンズ群GVは、物体側より順に凸レンズL5,1と凹レンズL5,2との接合レンズより成り、広角補助レンズとして使用する第6レンズ群GVIは、凹メニスカスレンズL6,1より成るものである。

【0080】尚、図2は、ズームレンズ1の望遠状態を示す図であり、図1に示す標準状態から第4レンズ群GIVを物体側に移動してから第5レンズ群GVを主レンズ系2と光軸が一致するように挿入した状態を示し、図3は、ズームレンズ1の広角状態を示す図であり、第5レンズ群GVが光路外に退避した状態で、第6レンズ群GVIを第1レンズ群GIの物体側に挿入すると共に、第2レンズ群GIIを広角端の位置に移動してズーミングができないように固定して、第4レンズ群GIVでフォーカシングを行うようにした状態を示すものである。

【0081】表1に、上記ズームレンズ1の図1に示す標準状態での各数値を示す。尚、標準状態では第5レンズ群GV及び第6レンズ群GVIは使用されない、主レンズ系2の数値のみを示す。

【0082】

【表1】

$r_{ij}$	$d_{ij}$	$n_{ij}$	$\nu_{ij}$
$r_{1,1}=32.592$	$d_{1,1}=0.411$	$n_{1,1}=1.84666$	$\nu_{1,1}=23.8$
$r_{1,2}=10.705$	$d_{1,2}=2.146$	$n_{1,2}=1.49700$	$\nu_{1,2}=81.6$
$r_{1,3}=-28.669$	$d_{1,3}=0.049$	$n_{1,3}=1.53610$	$\nu_{1,3}=41.2$
$r_{1,3}'=-28.669$	$d_{1,3}=0.082$		
$r_{1,4}=9.248$	$d_{1,4}=1.209$	$n_{1,4}=1.83400$	$\nu_{1,4}=37.3$
$r_{1,5}=26.175$	$d_{1,5}=\text{variable}$		
$r_{2,1}=10.554$	$d_{2,1}=0.247$	$n_{2,1}=1.88300$	$\nu_{2,1}=40.8$
$r_{2,2}=1.826$	$d_{2,2}=1.070$		
$r_{2,3}=-5.783$	$d_{2,3}=0.247$	$n_{2,3}=1.51742$	$\nu_{2,3}=52.2$
$r_{2,4}=2.284$	$d_{2,4}=0.837$	$n_{2,4}=1.84666$	$\nu_{2,4}=23.8$
$r_{2,5}=9.112$	$d_{2,5}=\text{variable}$		
$IR(\text{絞り})=\infty$	$dIR=0.637$		
$r_{3,1}=5.821$	$d_{3,1}=0.723$	$n_{3,1}=1.58313$	$\nu_{3,1}=59.5$
$r_{3,2}=-32.886$	$d_{3,2}=\text{variable}$		
$r_{4,1}=4.365$	$d_{4,1}=0.660$	$n_{4,1}=1.58313$	$\nu_{4,1}=59.5$
$r_{4,2}=\infty$	$d_{4,2}=0.411$	$n_{4,2}=1.84666$	$\nu_{4,2}=23.8$
$r_{4,3}=2.294$	$d_{4,3}=1.112$	$n_{4,3}=1.72342$	$\nu_{4,3}=38.0$
$r_{4,4}=-6.449$	$d_{4,4}=\text{variable}$		
$7\text{mm}(FL)=\infty$	$dFL=0.978$	$nFL=1.51680$	$\nu_{FL}=64.2$
$7\text{mm}(FL)=\infty$	$\text{Back Focus}=0.500$		

【0083】表2に非球面によって構成された面 $r_{3,1}$ 及び $r_{4,1}$ の4次、6次、8次及び10次の非球面係数 $A_4$ 、 $A_6$ 、 $A_8$ 及び $A_{10}$ をそれぞれ示す。尚、表2中の「E」は、10を底とする指数表現を意味するものと\*

\*し、例えば、「 $E-03$ 」は「 $\times 10^{-3}$ 」を示す（以下の非球面係数を示す同様の表においても同じ）。

【0084】

【表2】

非球面	$A_4$	$A_6$	$A_8$	$A_{10}$
$r_{3,1}$	-0.8440E-03	-0.2326E-03	+0.2521E-04	0
$r_{4,1}$	-0.3692E-02	+0.1029E-02	-0.6050E-03	+0.1318E-03

【0085】表3に上記ズームレンズ1の標準状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、Fナンバー、画角（ $2\omega$ ）及びズーム動作に伴って数値が変化する（variable）面間隔 $d_{1,5}$ 、 $d_{2,5}$ 、 $d_{3,2}$ 及び $d_{4,4}$ の各数値を示す。

【0086】

【表3】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.000	8.312	24.875
Fナンバー	1.65	2.10	2.92
$2\omega$ (度)	55.85	7.03	2.35
$d_{1,5}$	0.308	8.382	10.259
$d_{2,5}$	10.688	2.614	0.737
$d_{3,2}$	3.257	1.960	3.688
$d_{4,4}$	2.109	3.406	1.698

【0087】また、表4に数値実施例1に係るズームレンズ1の図2に示す望遠状態での各数値を示す。尚、ズームレンズ1の望遠状態においては、表1に示す標準状態に比べて可変間隔 $d_{3,2}$ 及び $d_{4,4}$ と第5レンズ群GVの構成要素が追加になるだけの変更点なので、面 $r_{3,2}$ 以降の数値のみを示す（表5も同様）。

【0088】

【表4】

$n_{ij}$	$d_{ij}$	$n_{ij}$	$\nu_{ij}$
$r_{3,2}=-32.886$	$d_{3,2}=\text{variable}$		
$r_{4,1}=4.365$	$d_{4,1}=0.660$	$n_{4,1}=1.58313$	$\nu_{4,1}=59.5$
$r_{4,2}=\infty$	$d_{4,2}=0.411$	$n_{4,2}=1.84666$	$\nu_{4,2}=23.8$
$r_{4,3}=2.294$	$d_{4,3}=1.112$	$n_{4,3}=1.72342$	$\nu_{4,3}=38.0$
$r_{4,4}=-6.449$	$d_{4,4}=\text{variable}$		
$r_{5,1}=2.534$	$d_{5,1}=0.452$	$n_{5,1}=1.67270$	$\nu_{5,1}=32.2$
$r_{5,2}=-229.875$	$d_{5,2}=0.247$	$n_{5,2}=1.80420$	$\nu_{5,2}=46.5$
$r_{5,3}=1.536$	$d_{5,3}=1.767$		
$f_{1\text{FL}}(FL)=\infty$	$d_{FL}=0.978$	$n_{FL}=1.51680$	$\nu_{FL}=64.2$
$f_{1\text{FL}}(FL)=\infty$	$\text{Back Focus}=0.500$		

【0089】表5に上記ズームレンズ1の望遠状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、Fナンバー、画角（ $2\omega$ ）及びズーム動作に伴って数値が変化する面間隔 $d_{3,2}$ 及び $d_{4,4}$ の各数値を示す。

【0090】

【表5】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.409	11.827	35.096
Fナンバー	2.86	3.12	4.12
$2\omega$ (度)	40.58	4.90	1.66
$d_{3,2}$	2.235	1.012	2.662
$d_{4,4}$	0.664	1.887	0.237

20

\*【0091】更に、表6に数値実施例1に係るズームレンズ1の図3に示す広角状態での各数値を示す。尚、ズームレンズ1の広角状態においては、表1に示す標準状態に比べて面 $r_{1,1}$ の物体側に第6レンズ群GVIを付加する構成となるのが変更点なので、面 $r_{1,1}$ までの数値のみを示す。

【0092】

【表6】

$n_{ij}$	$d_{ij}$	$n_{ij}$	$\nu_{ij}$
$r_{6,1}=9.866$	$d_{6,1}=0.617$	$n_{6,1}=1.72916$	$\nu_{6,1}=54.7$
$r_{6,2}=5.632$	$d_{6,2}=2.467$		
$r_{1,1}=32.592$	$d_{1,1}=0.411$	$n_{1,1}=1.84666$	$\nu_{1,1}=23.8$

\*

表7に上記ズームレンズ1の広角状態における焦点距離、Fナンバー、画角（ $2\omega$ ）及び可変間隔 $d_{1,5}$ 、 $d_{2,5}$ 、 $d_{3,2}$ 及び $d_{4,4}$ の各数値を示す。

【0093】

【表7】

	広角端
焦点距離	0.707
Fナンバー	1.65
$2\omega$ (度)	79.07
$d_{1,5}$	0.308
$d_{2,5}$	10.688
$d_{3,2}$	3.217
$d_{4,4}$	2.149

【0094】図2乃至図6にそれぞれ、ズームレンズ1の標準状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端での球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0095】また、図7乃至図9にそれぞれ、ズームレ

30 ンズ1の望遠状態における中間焦点位置及び望遠端での球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0096】更に、図10に、ズームレンズ1の広角状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0097】尚、球面収差図において実線はd線（波長587.6nm）における値、破線はg線（波長435.8nm）における値、一点鎖線はC線（波長656.3nm）における値をそれぞれ示し、非点収差図において、実線はサジタル像面、破線はメリディオナル像面における値を示すものである（以下の各収差図においても同じ）。

40

【0098】表8に上記数値実施例1におけるズームレンズ1の前記各条件式1乃至13の数値及びそれらに関連する数値を示す。

【0099】

【表8】

f3	8.540	f1	13.982
f5	-4.949	標準状態 fT	24.875
f5/f3	-0.580	fT/f1	1.779
$\beta_5$	1.480	望遠状態 fT	35.096
n5n-n5p	0.1315	fT/f1	2.510
$\nu_5n-\nu_5p$	14.3	fW	1.000
r5, 3/f5	-0.310	f6	-19.177
$\Delta P1, 2$	0.0374	f6/fW	-19.177
$\Delta P1, 3$	-0.0021	r6, 2/f6	-0.294

【0100】また、数値実施例2に係わるズームレンズ1Aは、図11に示すような構成を有するものである。

【0101】主レンズ系2Aは、第1レンズ群GⅠが物体側より順に凹メニスカスレンズL1,1と凸レンズL1,2との接合レンズ及び凸メニスカスレンズL1,3より成り、第2レンズ群GⅡが物体側より順に凹レンズL2,1及び凹レンズL2,2と凸レンズL2,3との接合レンズより成り、第3レンズ群GⅢが凸レンズL3,1より成り、第4レンズ群GⅣが物体側より順に凸レンズL4,1、凹レンズL4,2、凸レンズL4,3の3枚接合レンズより成るものである。

【0102】また、望遠補助レンズとして使用する第5レンズ群GⅤは、物体側より順に凸レンズL5,1と凹レンズL5,2との接合レンズより成り、広角補助レンズとして使用する第6レンズ群GⅥは、凹メニスカスレンズL6,1より成るものである。

【0103】尚、図12は、ズームレンズ1Aの望遠状\*

\*態を示す図であり、図11に示す標準状態から第4レンズ群GⅣを物体側に移動してから第5レンズ群GⅤを主レンズ系2Aと光軸が一致するように挿入した状態を示し、図13は、ズームレンズ1Aの広角状態を示す図であり、第5レンズ群GⅤが光路外に退避した状態で、第6レンズ群GⅥを第1レンズ群GⅠの物体側に挿入すると共に、第2レンズ群GⅡを広角端の位置に移動してズームングができないように固定して、第4レンズ群GⅣでフォーカシングを行うようにした状態を示すものである。

【0104】表9に、数値実施例2に係るズームレンズ1Aの図11に示す標準状態での各数値を示す。尚、標準状態では第5レンズ群GⅤ及び第6レンズ群GⅥは使用されないで、主レンズ系2Aの数値のみを示す。

【0105】

【表9】

$n_{ij}$	$d_{ij}$	$n_{ij}$	$\nu_{ij}$
r1,1=21.741	d1,1=0.413	n1,1=1.84666	$\nu_{1,1}=23.8$
r1,2=10.761	d1,2=1.858	n1,2=1.48749	$\nu_{1,2}=70.4$
r1,3=-45.646	d1,3=0.083		
r1,4=9.386	d1,4=1.069	n1,3=1.77250	$\nu_{1,3}=49.6$
r1,5=25.953	d1,5=variable		
r2,1=18.268	d2,1=0.248	n2,1=1.88300	$\nu_{2,1}=40.8$
r2,2=1.998	d2,2=1.137		
r2,3=4.984	d2,3=0.254	n2,2=1.51742	$\nu_{2,2}=52.2$
r2,4=2.583	d2,4=0.766	n2,3=1.84666	$\nu_{2,3}=23.8$
r2,5=13.042	d2,5=variable		
IR(絞り)= $\infty$	dIR=0.641		
r3,1=6.174	d3,1=0.653	n3,1=1.58313	$\nu_{3,1}=59.5$
r3,2=-33.058	d3,2=variable		
r4,1=4.861	d4,1=0.681	n4,1=1.58313	$\nu_{4,1}=59.5$
r4,2=-8.264	d4,2=0.413	n4,2=1.84666	$\nu_{4,2}=23.8$
r4,3=3.794	d4,3=0.956	n4,3=1.72342	$\nu_{4,3}=38.0$
r4,4=-5.076	d4,4=variable		
$f_{1A}(FL)=\infty$	dFL=0.984	nFL=1.51680	$\nu_{FL}=64.2$
$f_{1A}(FL)=\infty$	Back Focus=0.500		

【0106】表10に非球面によって構成された面r3,1及びr4,1の4次、6次、8次及び10次の非球面係数A4、A6、A8及びA10をそれぞれ示す。

【0107】

【表10】

非球面	A4	A6	A8	A10
c <sub>3,1</sub>	-0.8514E-03	-0.1458E-03	+0.1330E-04	0
c <sub>4,1</sub>	-0.5251E-02	+0.9006E-03	-0.5156E-03	+0.8000E-04

【0108】表11に上記ズームレンズ1Aの標準状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、Fナンバー、画角(2 $\omega$ )及びズーミング動作に伴って数値が変化する面間隔d<sub>1,5</sub>、d<sub>2,5</sub>、d<sub>3,2</sub>及びd<sub>4,4</sub>の各数値を示す。

【0109】

【表11】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.000	8.334	24.772
Fナンバー	1.65	2.15	2.85
2 $\omega$ (度)	57.03	7.08	2.37
d <sub>1,5</sub>	0.314	8.561	10.407
d <sub>2,5</sub>	10.810	2.563	0.717
d <sub>3,2</sub>	3.588	2.333	3.892
d <sub>4,4</sub>	2.319	3.574	2.015

\*【0110】また、表12に数値実施例2に係るズームレンズ1Aの図12に示す望遠状態での各数値を示す。尚、ズームレンズ2の望遠状態においては、表9に示す標準状態に比べて可変間隔d<sub>3,2</sub>及びd<sub>4,4</sub>と第5レンズ群GVの構成要素が追加になるだけの変更点なので、面r<sub>3</sub>、2以降の数値のみを示す(表13も同様)。

10 【0111】

【表12】

r <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>	n <sub>ij</sub>	$\nu_{ij}$
r <sub>3,2</sub> =33.058	d <sub>3,2</sub> =variable		
r <sub>4,1</sub> =4.861	d <sub>4,1</sub> =0.681	n <sub>4,1</sub> =1.58313	$\nu_{4,1}$ =59.5
r <sub>4,2</sub> =8.264	d <sub>4,2</sub> =0.413	n <sub>4,2</sub> =1.84666	$\nu_{4,2}$ =23.8
r <sub>4,3</sub> =3.794	d <sub>4,3</sub> =0.956	n <sub>4,3</sub> =1.72342	$\nu_{4,3}$ =38.0
r <sub>4,4</sub> =5.076	d <sub>4,4</sub> =variable		
r <sub>5,1</sub> =3.667	d <sub>5,1</sub> =0.247	n <sub>5,1</sub> =1.80420	$\nu_{5,1}$ =46.5
r <sub>5,2</sub> =1.099	d <sub>5,2</sub> =0.617	n <sub>5,2</sub> =1.64769	$\nu_{5,2}$ =33.8
r <sub>5,3</sub> =2.014	d <sub>5,3</sub> =1.242		
$\gamma_{i,FL}(FL)=\infty$	d <sub>FL</sub> =0.984	n <sub>FL</sub> =1.51680	$\nu_{FL}$ =64.2
$\gamma_{i,FL}(FL)=\infty$	Back Focus=0.500		

【0112】表13に上記ズームレンズ1Aの望遠状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端における焦点距離、Fナンバー、画角(2 $\omega$ )及びズーミング動作に伴って数値が変化する面間隔d<sub>3,2</sub>及びd<sub>4,4</sub>の各数値を示す。

【0113】

【表13】

	広角端	中間焦点位置	望遠端
焦点距離	1.401	12.192	34.246
Fナンバー	2.69	3.16	3.94
2 $\omega$ (度)	41.21	4.80	1.70
d <sub>3,2</sub>	2.560	1.362	2.828
d <sub>4,4</sub>	1.240	2.438	0.972

※【0114】更に、表14に数値実施例2に係るズームレンズ1Aの図13に示す広角状態での各数値を示す。尚、ズームレンズ1Aの広角状態においては、表9に示す標準状態に比べて面r<sub>1,1</sub>の物体側に第6レンズ群GVIを付加する構成となるのが変更点なので、面r<sub>1,1</sub>までの数値のみを示す。

【0115】

【表14】

r <sub>ij</sub>	d <sub>ij</sub>	n <sub>ij</sub>	$\nu_{ij}$
r <sub>6,1</sub> =12.190	d <sub>6,1</sub> =0.620	n <sub>6,1</sub> =1.69680	$\nu_{6,1}$ =55.5
r <sub>6,2</sub> =6.198	d <sub>6,2</sub> =2.479		
r <sub>1,1</sub> =21.741	d <sub>1,1</sub> =0.413	n <sub>1,1</sub> =1.84666	$\nu_{1,1}$ =23.8

【0116】表15に上記ズームレンズ1Aの広角状態における焦点距離、Fナンバー、画角(2 $\omega$ )及び可変間隔d<sub>1,5</sub>、d<sub>2,5</sub>、d<sub>3,2</sub>及びd<sub>4,4</sub>の各数値を示す。

【0117】

【表15】

	広角端
焦点距離	0.704
Fナンバー	1.65
2 $\omega$ (度)	80.93
d1,5	0.314
d2,5	10.810
d3,2	3.549
d4,4	2.358

【0118】図14乃至図16にそれぞれ、ズームレンズ1Aの標準状態における広角端、中間焦点位置及び望遠端での球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0119】また、図17乃至図19にそれぞれ、ズーム

f3	8.977	f1	14.340
f5	-4.525	標準状態 fT	24.772
f5/f3	-0.504	fT/f1	1.727
$\beta_5$	1.467	望遠状態 fT	34.246
n5n-n5p	0.1565	fT/f1	2.388
$\nu_5n-\nu_5p$	12.7	fW	1.000
r5, 3/f5	-0.445	f6	-18.899
$\Delta P1, 2$	0.0091	f6/fW	-18.899
$\Delta P1, 3$	-0.0086	r6, 2/f6	-0.328

【0123】上述のように、本発明ズームレンズは、焦点距離範囲切り替えスイッチを操作するだけで、主レンズ系の焦点距離を標準状態、望遠状態及び広角状態に簡単に切り替えることが可能である。従って、望遠状態では主レンズ系のズーム比はそのまま広角端から望遠端までの焦点距離を望遠側にシフトさせることができ、また、広角状態では主レンズ系の広角端での焦点距離を広角側にシフトさせて、標準状態での広角端よりもより画角の広い広角レンズとして使用することができるので、別のレンズを携帯して必要に応じて交換するという不便さから開放される。

【0124】具体的には、上記数値実施例1及び2に示したズームレンズ1及び1Aにおいては、広角状態では画角80°以上を包括する超広角レンズとなり、望遠状態での望遠端では、一般的な35ミリ判フィルムを使用するカメラに使用されるレンズに換算して1400mmを越えるほどの超望遠レンズとなるので、総合変倍比は50倍を越えて超広角域から超望遠域までをカバーすることができる。

【0125】また、撮像素子に対角寸法が2.5mmのものをを用いた場合には、ズームレンズ1及び1Aは、第6レンズ群GVIから撮像素子までの全長が75mm程度と極めて小型であり、更に、明るさがF1.6程度と極めて明るいレンズである。

【0126】更に、ズームレンズ1及び1Aは、各収差図から明らかなように、各種収差がバランス良く補正されて、撮像装置、特に、民生用ビデオカメラに使用するズームレンズとしては十分な高画質を達成している。特

\*ムレンズ1Aの望遠状態における中間焦点位置及び望遠端での球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0120】更に、図20に、ズームレンズ1Aの広角状態における球面収差、非点収差及び歪曲収差をそれぞれ示す。

【0121】表16に上記数値実施例2におけるズームレンズ1Aの前記各条件式1乃至13の数値及びそれらに関連する数値を示す。

【0122】

【表16】

に、凸レンズL1,2に異常分散性を有する硝材を用い、その表面を樹脂層で覆うことによって、望遠端での2次スペクトルの改善と加工費の低コスト化を両立させることが可能になって、大量生産することもできるものである。

【0127】このように、本発明ズームレンズは、高変倍比、超広角、超望遠、高画質、小型軽量、低コスト及び使いやすさをバランス良く達成して必要な条件を全て満たした、高機能な民生用ビデオカメラ用のレンズである。

【0128】更にまた、本発明ズームレンズを撮像レンズとして用いた撮像装置においては、望遠及び広角の変倍補助レンズである第5レンズ群や第6レンズ群の主レンズ系の光軸への着脱に関連して必要な一連の動作を演算回路によって制御し、第5レンズ群及び第6レンズ群と主レンズ系のフォーカスレンズである第4レンズ群との相対位置に関するデータ等を、例えば、電子カムカーブに記憶させたものを、標準状態用と望遠状態用の2つ設けて切り替えて使用することにより、インナーフォーカス方式のレンズ系でありながら、従来の内蔵エクステンダー方式と同様の機能を持たせることが可能となると共に、広角変倍補助レンズである第6レンズ群の使用時に連動させて、主レンズ系を強制的に広角端に移行させて固定して、誤操作を未然に防止することも可能とした。

【0129】そして、本発明撮像装置においては、民生用のビデオカメラに必要な不可欠なオートフォーカス機能と手振れ補正機能を、焦点距離範囲切り替えスイッチの

操作に合わせて自動的に最適な状態に設定することも可能とした。

【0130】尚、本実施の形態においては、第6レンズ群を単玉の球面レンズによって構成したものを示したが、非球面を使って歪曲収差を改善することや、非球面のプラスチック製レンズを使用して低コストと実用的性能のバランスを取ることも可能である。

【0131】また、第6レンズ群を少なくとも1枚の凸レンズを含む複数枚のレンズ構成にしても良い。例えば、凸レンズと凹レンズとの2枚構成にすれば、設計自由度が増えて、像面湾曲、歪曲収差及び倍率色収差等をバランス良く補正することが可能となる。

【0132】しかし、プラスチック製のレンズは、使用時等に傷が付きやすいという欠点があり、小絞り時に傷が移り込むことがあり好ましくない。また、第6レンズ群を複数枚のレンズ構成にすることは、性能を最優先させる場合には好ましいが、第6レンズ群が厚くなってしまうので、民生用のビデオカメラにおいては、高倍率と小型化とを両立させることが困難となる。

【0133】前記実施の形態において示した各部の具体的な形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

#### 【0134】

【発明の効果】以上に説明したように本発明ズームレンズは、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群とによって構成し、第5レンズ群は物体側より順に、凸レンズと凹レンズとの接合レンズ又は凹レンズと凸レンズとの接合レンズから成り、 $f_3$ を第3レンズ群の焦点距離、 $f_5$ を第5レンズ群の焦点距離、 $\beta_5$ を第5レンズ群の横倍率、 $n_{5n}$ を第5レンズ群の凹レンズのd線における屈折率、 $n_{5p}$ を第5レンズ群の凸レンズのd線における屈折率、 $\nu_{5n}$ を第5レンズ群の凹レンズのd線におけるアッペ数、 $\nu_{5p}$ を第5レンズ群の凸レンズのd線におけるアッペ数、 $r_{5,3}$ を第5レンズ群の物体側から数えて3番目の面の曲率半径とすると、 $0.4 < |f_5/f_3| < 0.7$ 、 $1.25 < \beta_5 < 2.1$ 、 $0.1 < n_{5n} - n_{5p}$ 、 $1.0 < \nu_{5n} - \nu_{5p}$ 、 $0.2 < |r_{5,3}/f_5| < 0.6$ の各条件を満足するようにしたので、標準状態及び望遠状態を簡単に切り替えることができ、極めて広

い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズを提供することができる。

【0135】請求項2に記載した発明にあっては、第1レンズ群を物体側より順に、凹メニスカスレンズと凸メニスカスレンズとの接合レンズ及び凸メニスカスレンズとによって構成し、 $\Delta P_{1,2}$ を第1レンズ群の物体側から数えて2番目のレンズの異常分散性を示す値、 $n_{1,3}$ を第1レンズ群の物体側から数えて3番目のレンズのd線における屈折率とすると、 $0.008 < \Delta P_{1,2}$ 、 $1.67 < n_{1,3}$ の各条件を満足するようにしたので、望遠端での2次スペクトルの改善と加工費の低コスト化を両立させることができる。

【0136】請求項3に記載した発明にあっては、望遠状態での主レンズ系の広角端におけるFナンバーは第5レンズ群の有効径によって決定されるので、収差補正のバランスを良好にすることができる。

【0137】本発明ズームレンズの第2のものは、物体側より順に、位置が常時固定の第1レンズ群と、光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、位置が常時固定の第3レンズ群と、光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能するものである第5レンズ群とによって構成し、15倍以上の変倍比を有するものであって、第1レンズ群が、正の屈折力を有し物体側より順に凹メニスカスレンズと凸レンズとの接合レンズ及び凸メニスカスレンズより成り、 $f_T$ を標準状態及び望遠状態における主レンズ系の望遠端での焦点距離、 $f_1$ を第1レンズ群の焦点距離、 $\Delta P_{1,2}$ を第1レンズ群の物体側から数えて2番目のレンズの異常分散性を示す値、 $\Delta P_{1,3}$ を第1レンズ群の物体側から数えて3番目のレンズの異常分散性を示す値とすると、 $1.65 < f_T/f_1 < 2.7$ 、 $0.035 < \Delta P_{1,2}$ 、 $-0.003 < \Delta P_{1,3} < 0.003$ の各条件を満足するようにしたので、例えば、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズを提供することができる。

【0138】請求項5に記載した発明にあっては、第1レンズ群の凸レンズの接合面ではない面に、表面が球面形状又は非球面形状となるように薄い樹脂層を形成したので、レンズの加工費等の製造コストを低下させることができる。

【0139】本発明ズームレンズの第3のものは、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位



置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、負の屈折力を有し標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態とする変倍補助レンズとして機能する第5レンズ群とによって構成し、第1レンズ群の物体側に、標準状態では光路外に退避した状態とされる変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第6レンズ群を配置し、第5レンズ群が光路外に退避した状態の時には、第6レンズ群を光軸が一致するように挿入すると共に第2レンズ群を広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移するようにしたので、例えば、焦点距離範囲切り替えスイッチ等で、広角状態、標準状態及び望遠状態を切り替えるようにすることで、極めて広い変倍域をカバーしながら小型で携帯性が良く、製造コストが安いズームレンズを提供することができる。

【0140】請求項7に記載した発明にあつては、第6レンズ群を凹単レンズによって構成し、 $f_6$ を第6レンズ群の焦点距離、 $f_w$ を標準状態における主レンズ系の広角端での焦点距離、 $r_{6,2}$ を第6レンズ群の物体側から数えて2番目の面の曲率半径、 $v_6$ を第6レンズ群を構成する凹単レンズのアッベ数とすると、 $1.6 < |f_6/f_w| < 2.5$ 、 $0.25 < |r_{6,2}/f_6| < 0.45$ 、 $4.6 < v_6$ の各条件を満足するようにしたので、広角状態における各種収差を良好に補正することができる。

【0141】本発明撮像装置は、物体側より順に、正の屈折力を有し位置が常時固定の第1レンズ群と、負の屈折力を有し光軸上を移動することにより主に変倍を行う第2レンズ群と、正の屈折力を有し位置が常時固定の第3レンズ群と、正の屈折力を有し光軸上を移動して像位置の変動の補正とフォーカシングを行う第4レンズ群より成る主レンズ系と、それぞれ変倍補助レンズとして機能する負の屈折力を有する第5レンズ群及び負の屈折力を有する第6レンズ群とによって構成されるズームレンズを撮像レンズに使用し、第5レンズ群は、標準状態では光路外に退避した状態とされ、使用時には第4レンズ群の像側に光軸が一致するように挿入されて主レンズ系の焦点距離範囲を望遠側に移行させて望遠状態に変移させる機能を有し、第6レンズ群は、標準状態では光路外に退避した状態とされ、第5レンズ群が光路外に退避した状態の時には、第1レンズ群の物体側に光軸が一致するように挿入されると共に第2レンズ群を広角端の位置まで移動することによって、レンズ全系の焦点距離を標準状態の広角端の時よりも短い広角状態に変移させる機能を有するので、高変倍比、超広角、超望遠、高画質、

小型軽量、低コスト及び使いやすさをバランス良く達成した民生用のビデオカメラに最適な撮像装置を提供することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】図2乃至図10と共に、本発明ズームレンズの実施の形態における数値実施例1を示すものであり、本図は標準状態でのレンズ構成を示す図である。

【図2】望遠状態でのレンズ構成を示す図である。

【図3】広角状態でのレンズ構成を示す図である。

【図4】標準状態の広角端における諸収差を示す図である。

【図5】標準状態の中間焦点域における諸収差を示す図である。

【図6】標準状態の望遠端における諸収差を示す図である。

【図7】望遠状態の広角端における諸収差を示す図である。

【図8】望遠状態の中間焦点域における諸収差を示す図である。

【図9】望遠状態の望遠端における諸収差を示す図である。

【図10】広角状態における諸収差を示す図である。

【図11】図12乃至図20と共に、本発明ズームレンズの実施の形態における数値実施例2を示すものであり、本図は標準状態でのレンズ構成を示す図である。

【図12】望遠状態でのレンズ構成を示す図である。

【図13】広角状態でのレンズ構成を示す図である。

【図14】標準状態の広角端における諸収差を示す図である。

【図15】標準状態の中間焦点域における諸収差を示す図である。

【図16】標準状態の望遠端における諸収差を示す図である。

【図17】望遠状態の広角端における諸収差を示す図である。

【図18】望遠状態の中間焦点域における諸収差を示す図である。

【図19】望遠状態の望遠端における諸収差を示す図である。

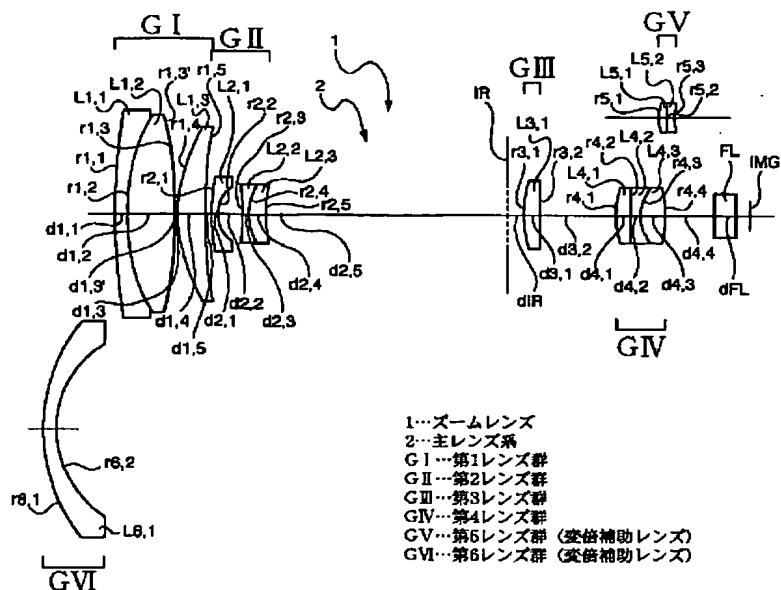
【図20】広角状態における諸収差を示す図である。

【図21】本発明撮像装置の構成を概略的に示す図である。

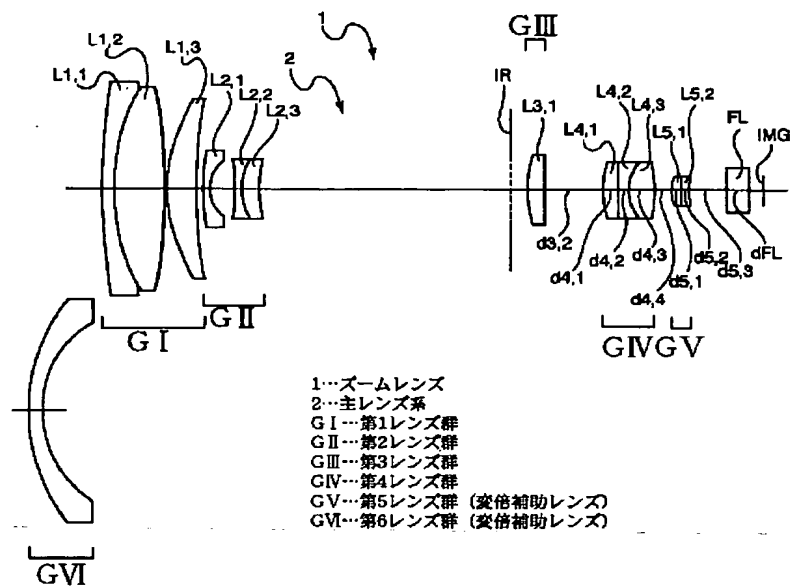
#### 【符号の説明】

1…ズームレンズ、1A…ズームレンズ、2…主レンズ系、2A…主レンズ系、10…撮像装置、GI…第1レンズ群、GII…第2レンズ群、GIII…第3レンズ群、GIV…第4レンズ群、GV…第5レンズ群（変倍補助レンズ）、GVI…第6レンズ群（変倍補助レンズ）

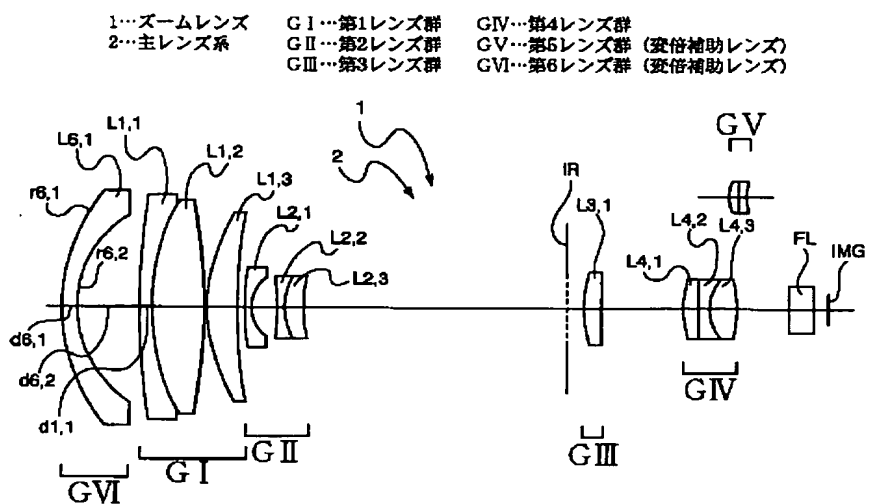
【図1】



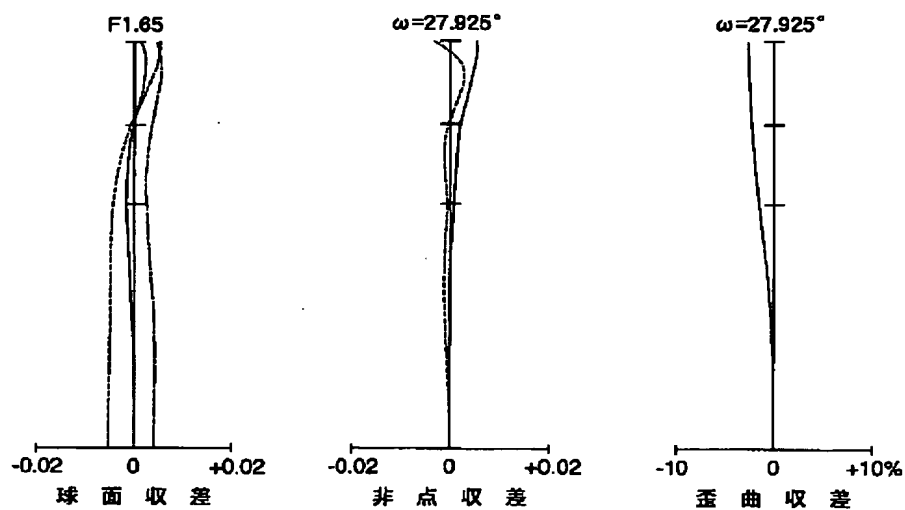
【図2】



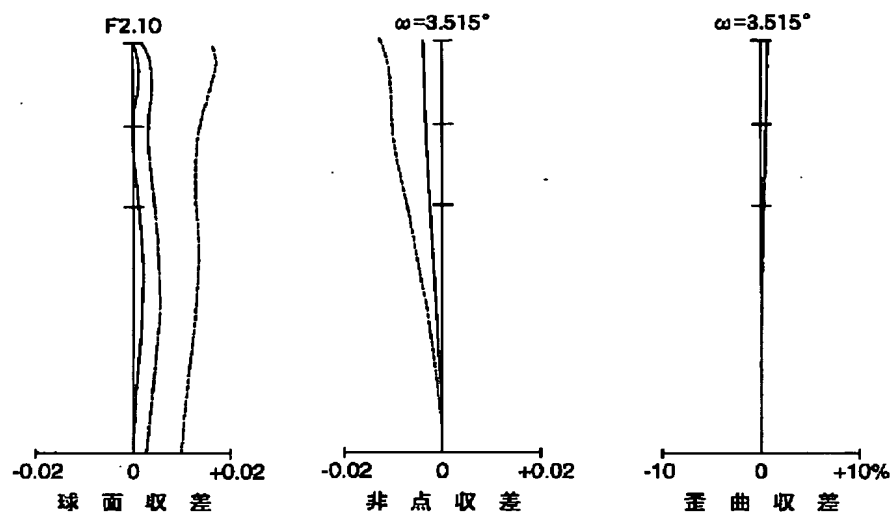
【図3】



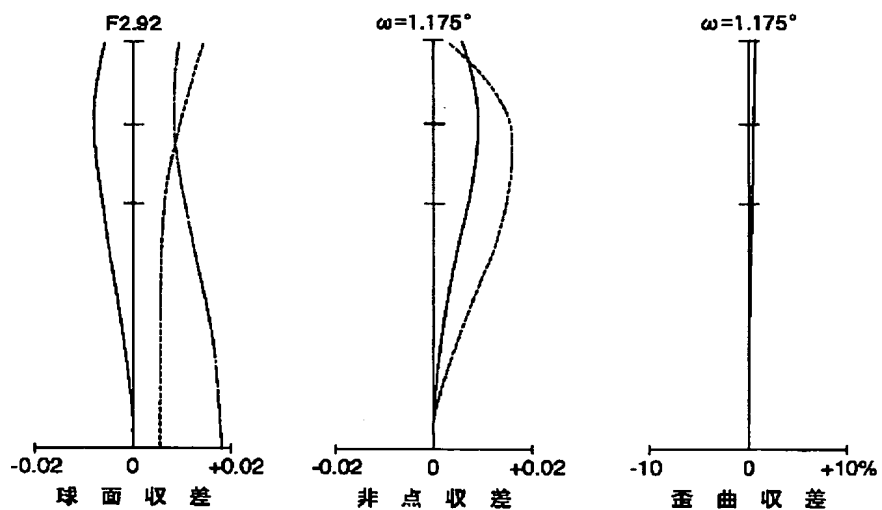
【図4】



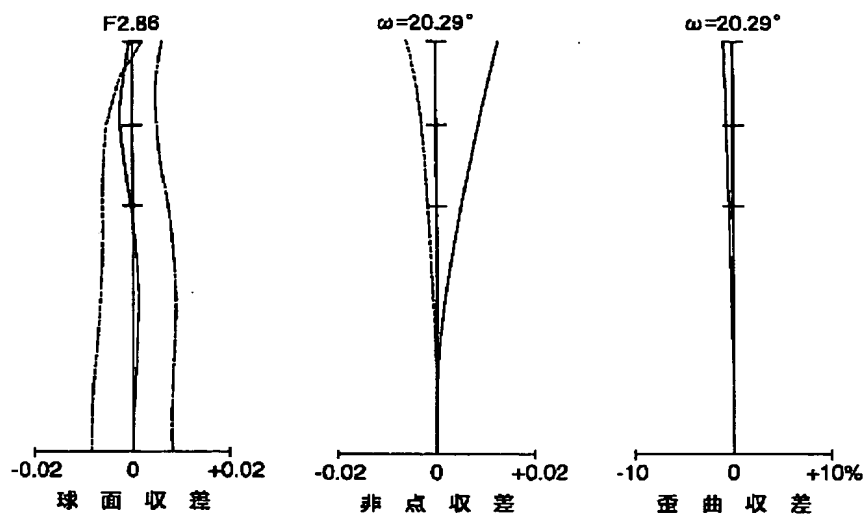
【図 5】



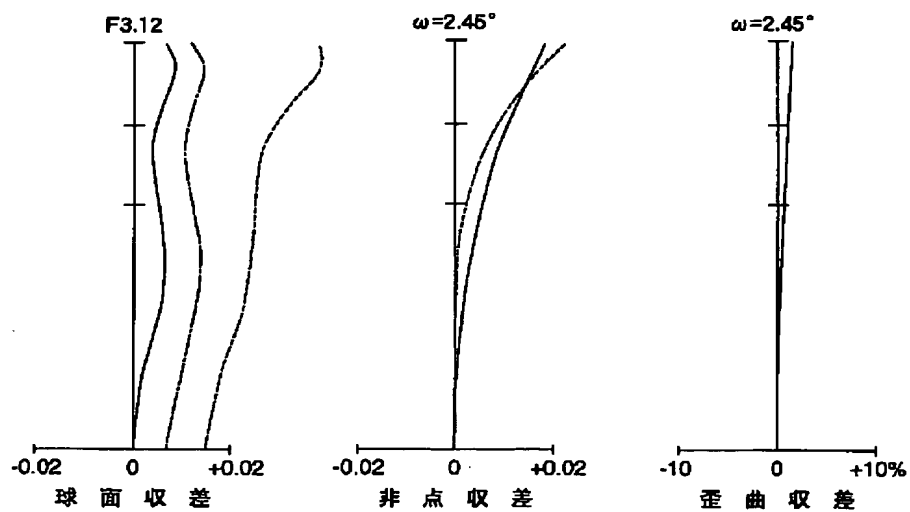
【図 6】



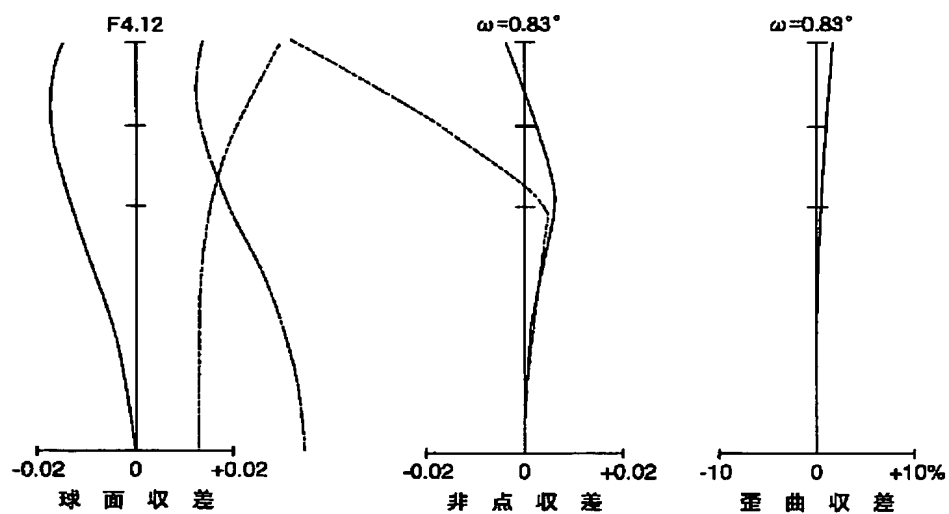
【図7】



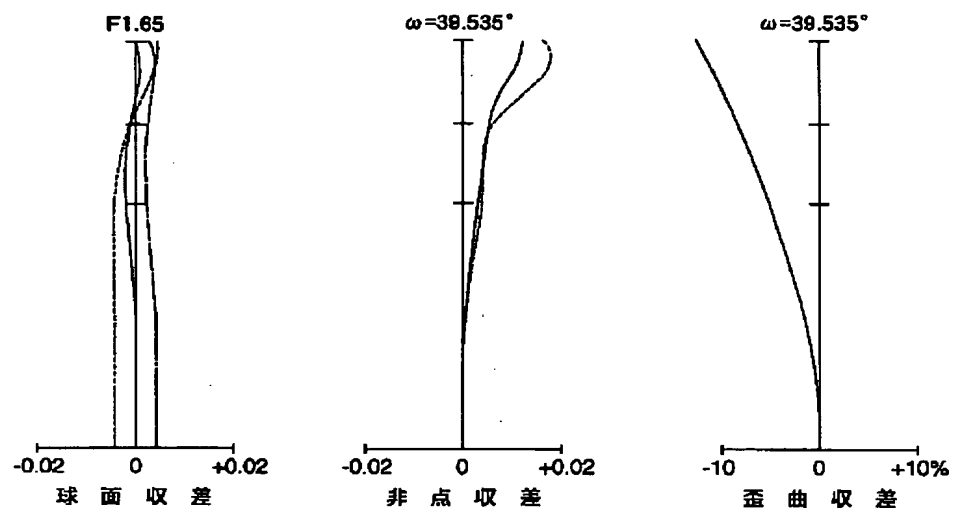
【図8】



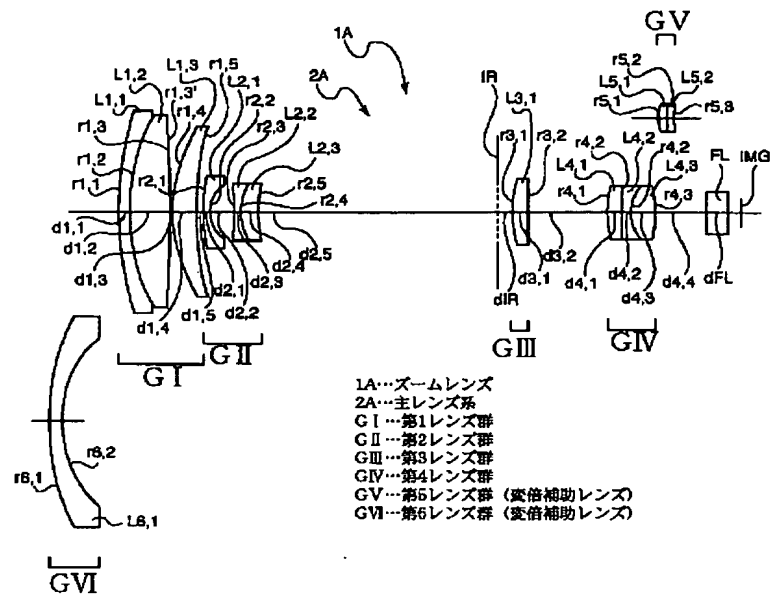
【図 9】



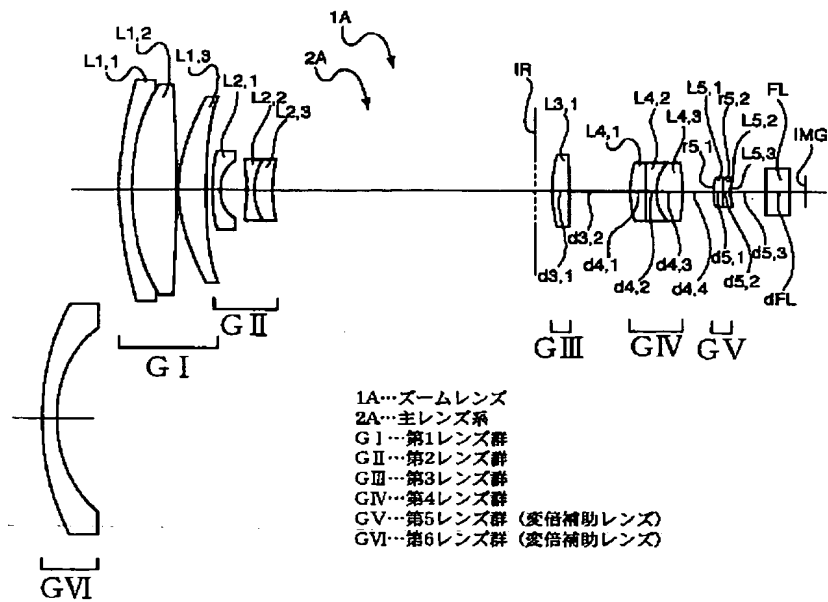
【図 10】



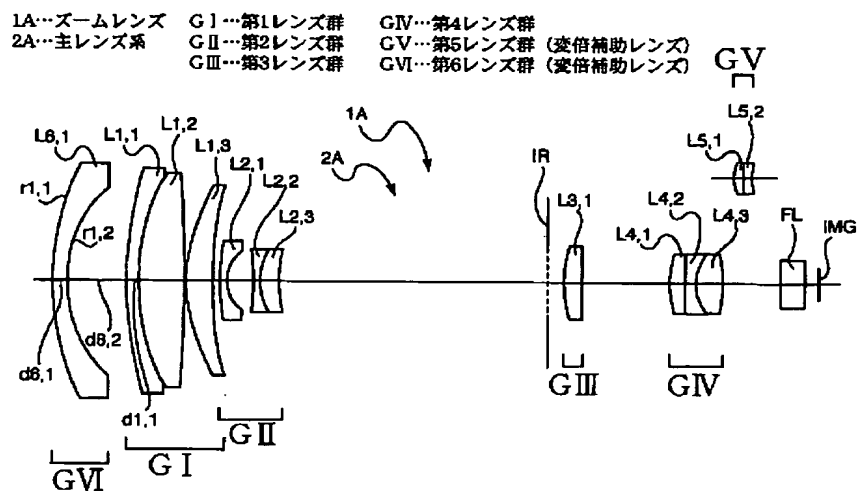
【図11】



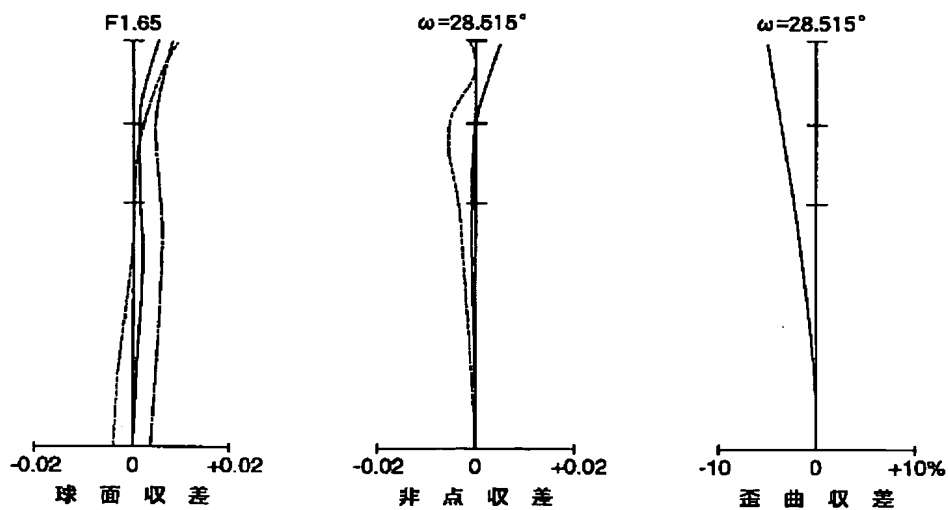
【図12】



【図13】

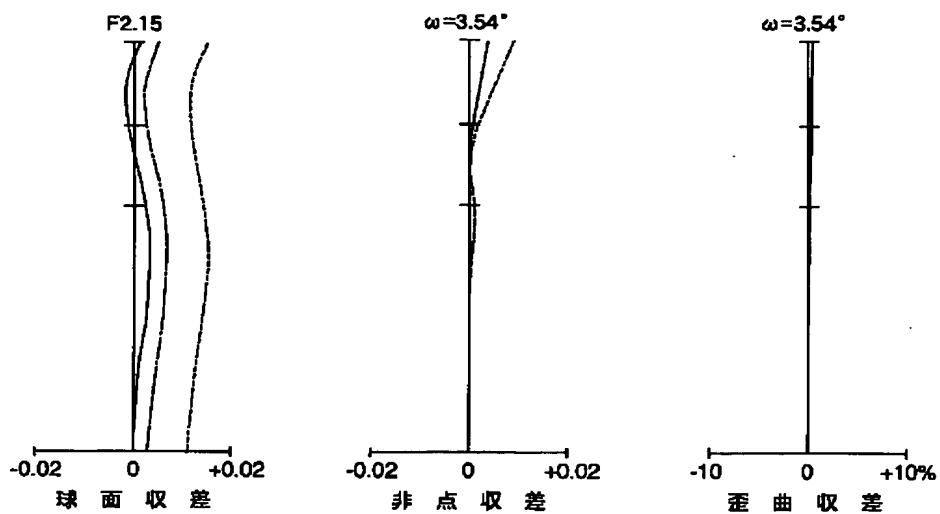


【図14】

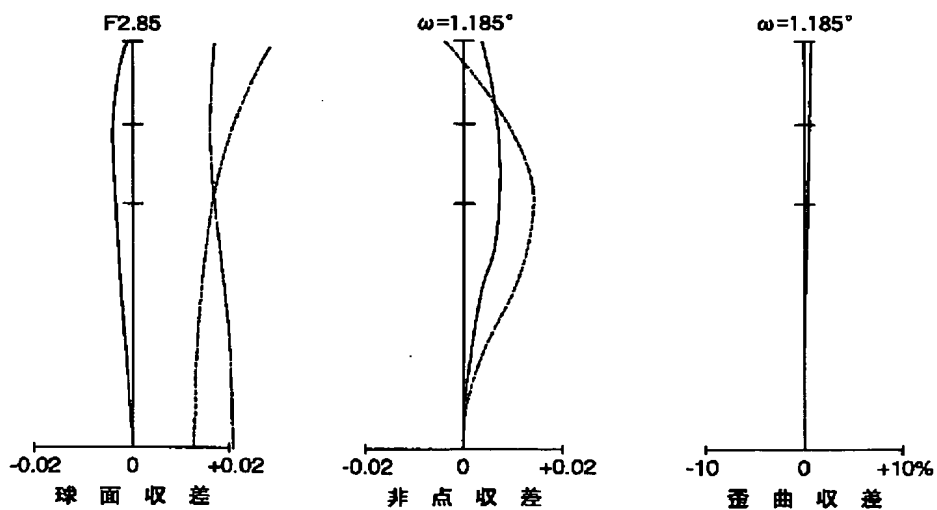




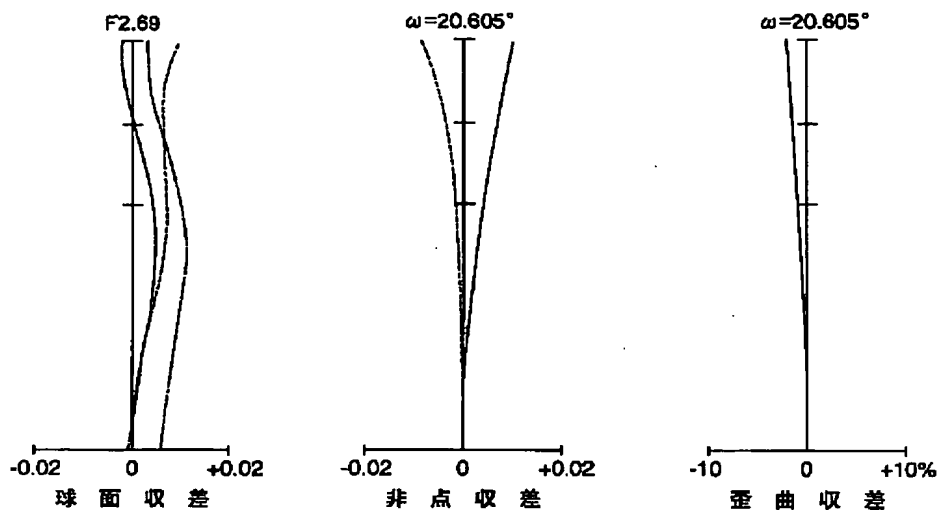
【図 15】



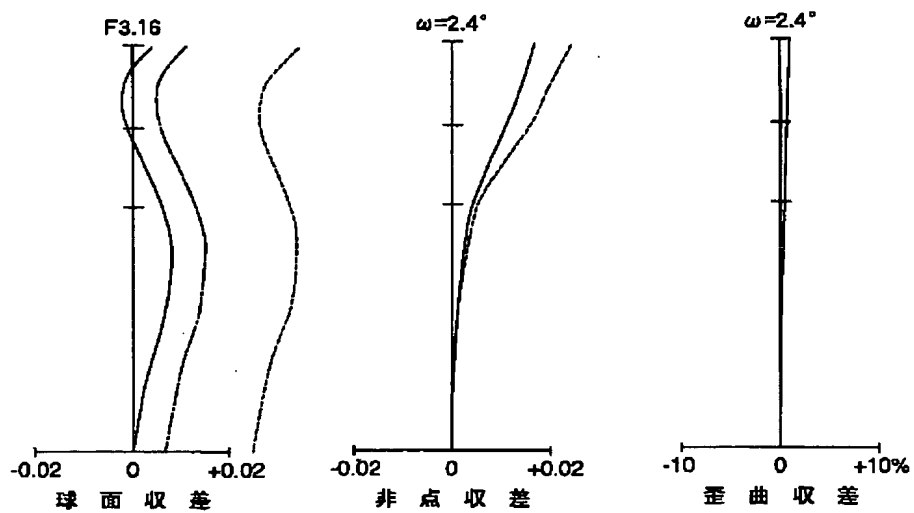
【図 16】



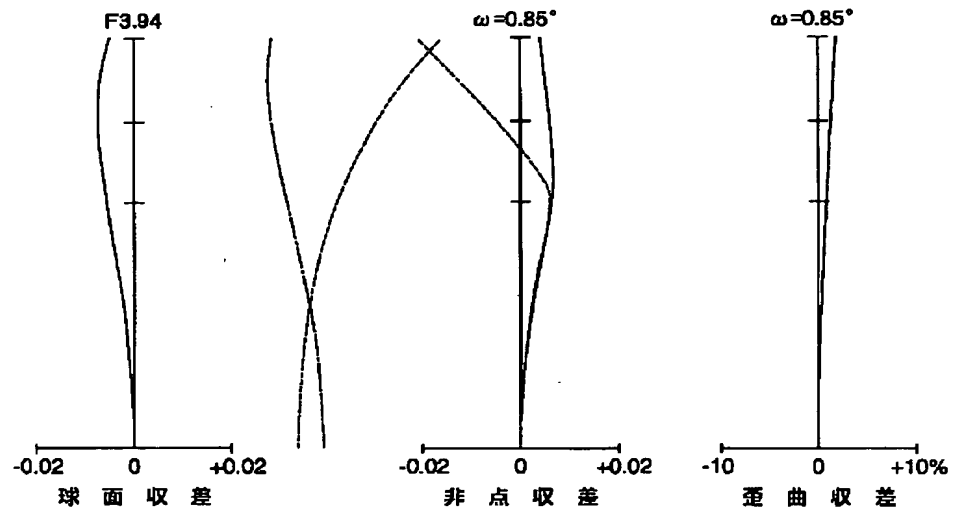
【図 17】



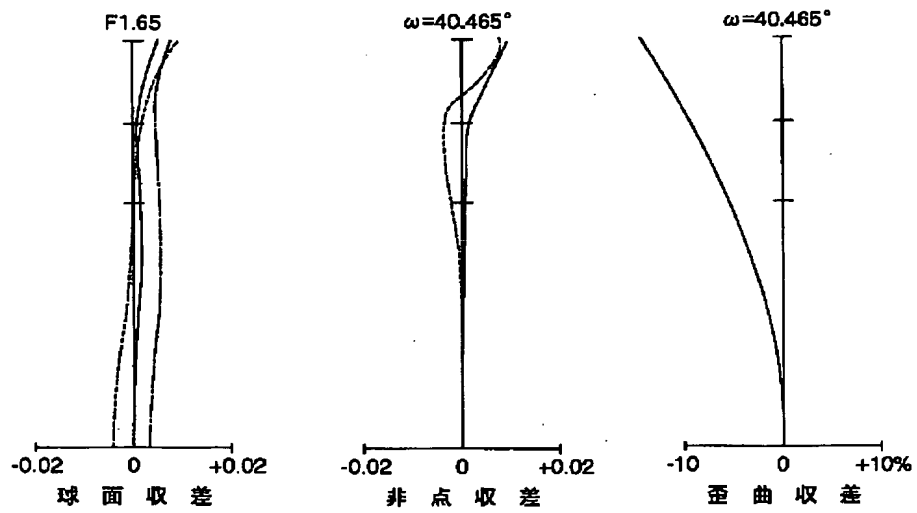
【図 18】



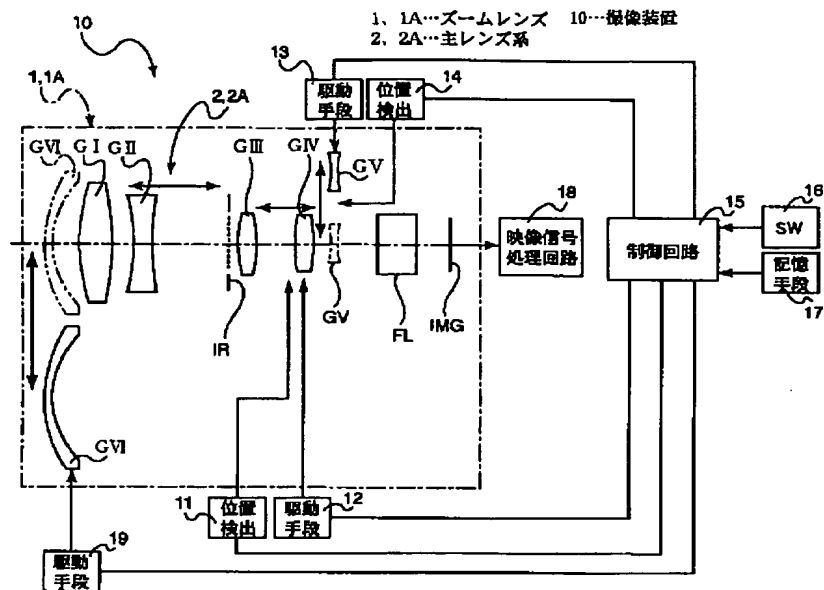
【図19】



【図20】



【図 21】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H087 KA03 LA30 MA08 NA15 PA06  
 PA07 PA20 PB10 PB11 PB12  
 PB13 QA02 QA07 QA17 QA21  
 QA25 QA34 QA42 QA45 RA12  
 RA13 SA23 SA27 SA29 SA32  
 SA63 SA65 SA72 SA74 SA87  
 SA89 SB04 SB05 SB14 SB22  
 SB34 UA06  
 5C022 AA01 AB21 AC54